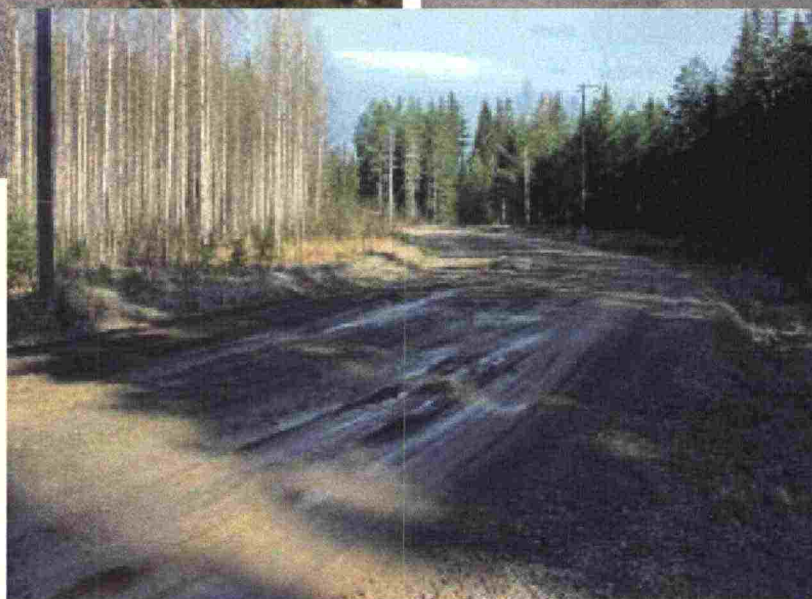


## HDM-4 seutu- ja yhdysteiden tienpidon ohjauksessa

Erilaisten toimintatapojen vaikutus rahoitustarpeeseen ja tiestön kuntoon



# **HDM-4 seutu- ja yhdysteiden tienpidon ohjauksessa**

**Erilaisten toimintatapojen vaikutus rahoitustarpeeseen ja tiestön kuntoon**



TIEHALLINTO  
Savo-Karjalan tiepiiri

Kuopio 2001

Savon kopiokeskus Oy  
Kuopio 2001  
Kartat © Maanmittauslaitos 602/PSAVO/01

Julkaisua saatavana  
Tiehallinto, Savo-Karjalan tiepiiri

TIEHALLINTO  
Savo-Karjalan tiepiiri  
PL 1117  
70101 KUOPIO  
Puhelinvaihte 020 422 155

**HDM-4 seutu- ja yhdysteiden tienpidon ohjauksessa.** Kuopio 2001. Tiehallinto, Savo-Karjalan tiepiiri

**Asiasanat:** liikennepolitiikka, liikennetalous, päällysteet, soratiet

**Aiheluokka:** liikennetalous

## TIIVISTELMÄ

HDM-4 (Highway Development and Management Tool) seutu- ja yhdysteiden tienpidon ohjauksessa -projektin tavoitteena on ollut selvittää erilaisten toimintatapojen vaikutus rahoitustarpeeseen ja tieverkon kuntoon. Toimintatapojen vertailun avulla voidaan selvittää liikennetaloudellisesti parhaat toimintatavat. Määrittelyn avulla tiepitoon käytettävissä olevia varoja voidaan suunnata hallitusti.

Työ on perustunut HDM-4 järjestelmän kalibrointiin ja käyttöön Savo-Karjalan tiepiirissä, Nilsin alueella. HDM-4 on Maailmanpankin kehittämä ohjelmisto, jolla voidaan analysoida erilaisten hoito- ja kunnostustoimenpiteiden vaikutusta tieverkon kuntoon ja kustannuksiin, mukaan lukien ajokustannukset.

Nilsin alueen tieverkko jaettiin tutkimuksessa osiin tieluokan, päällystetyypin, liikennemäärän ja maankäytön suhteen. Kullekin osalle analysoitiin erilaisia hoito- ja kunnostusvaihtoehtoja.

Tutkimuksen tulokset perustuvat liikennetaloudellisiin tunnuslukuihin. Tuloksia analysoidessa on muistettava, että ne ovat yhden tiemestarin alueen tiestöltä, eivätkä siten yleistettävissä koko tiepiiriin alueelle. Tulokset voidaan tiivistää seuraavasti:

- Kestopäällysteisten teiden (AB) hoitoa ja kunnostusta kannattaa jatkaa nykyisten PMS (Pavement Management System)-valintaehtojen perusteella. Kevyitä menetelmiä (kuten UREM- urapaikkausmenetelmää) kannattaa käyttää rakenteellisesti hyväkuntoisilla teillä epätasaisuuden ja urasyvyyksien parantamiseksi.
- Kevytpäällysteisten teiden (PAB) osalta nykyiset PMS:n hoito- ja kunnostuskriteerit ovat liikennetaloudellisesti liian korkealla tasolla. Kriteerit eivät ole myöskään realistiset, sillä tienpidon varat eivät riitä ylläpitämään kyseistä tasoa. Tiukkoja kriteerejä käytetään toisaalta hyödyksi, kun suunnitellaan järkeviä kokonaisuuksia päällysteohjelmaan.
- Vanhojen kevytpäällysteisten teiden (PAB ja ÖS) purkaminen sorateiksi ei ole liikennetaloudellisesti kannattavaa.
- SOP-teitä ei kannata purkaa sorateiksi, vaan pitää ensisijaisesti SOP-päällysteisinä tai muuttaa PAB-päällysteisiksi.
- sorateiden päällystäminen on kannattavaa vain vilkkaimmilla sorateilla nykyisillä liikennemäärillä.
- kelirikko-ongelmien poistaminen kannattaa lähinnä silloin, kun kelirikko-kohdat ovat lyhyitä, noin 5-10 % koko tieosan pituudesta.



Tarkastelun perusteella Nilsiä alueella on noin 5 Mmk vuosittainen vaje verrattuna liikennetaloudellisesti tehokkaimpaan toimintapolitiikkaan. Määrärahavajeen takia jälkeenjäämä suurenee vuosittain.

Työssä käytetty analysointimenettely osoittautui varsin käyttökelpoiseksi. Näin ollen analyysi voidaan laajentaa tarvittaessa koskemaan koko piirin tieverkkoa.

## ESIPUHE

Savo-Karjalan tiepiirissä yhdeksi osaamisen kehittämisalueeksi on määritelty alemman tieverkon ylläpito ja siihen liittyvä tienpidon suunnittelu. Tienpidon suunnittelun tavoitteena on aikaansaada tehokkaita tienpidon ohjelmia, joiden avulla toteutetaan laadittuja toimintalinjoja sekä vastataan tienkäyttäjien tarpeisiin.

Käytössä olevat tienpidon suunnittelun apuvälineet ovat kehitetty päälystettytyyppikohtaiseen ohjelmointiin eikä ne sovellu suoraan koko tieverkkoa kattavien tarkastelujen tekemiseen. Tämän selvityksen ensisijaisena tarkoituksena on ollut selvittää Maailmanpankin kehittämän HDM-4 (Highway Development and Management tool) ohjelmiston soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin ja strategiseen tienpidon suunnitteluun. Selvityksen toisena tavoitteena on ollut lisätä tiepiirin asiantuntijoiden tietämystä vaihtoehtoisista tienpidon suunnittelujärjestelmistä ja samalla laajentaa näkemystä erilaisten toimintapolitiikkojen vaikutuksista tienpitoon.

Raportissa esitettyjä tuloksia ja johtopäätöksiä ei voida suoraan laajentaa käsittämään koko tiepiirin tieverkkoa, koska esitetyt toimenpiteet on suunniteltu vain yhdelle alueelle. Esitettyjen johtopäätösten perusteella halutaan avata keskustelu nykyisin käytössä olevista toimenpiteistä ja niihin johtavien kriteereiden soveltuvuudesta pientieverkolle.

Savo-Karjalan tiepiiristä selvityksen laadintaa ovat ohjanneet Pasi Patrikainen, Martti Piironen, Tommi Huttunen, Pertti Pirinen ja Pertti Hirvi. Selvityksen ovat laatineet Ismo Heikkinen Tieliikelaitoksen konsultoinnista ja Vesa Männistö Inframan Oy:stä.

Kesäkuussa 2001

Savo-Karjalan tiepiiri, tienpidon suunnittelu

**Sisältö**

TIIVISTELMÄ	3
ESIPUHE	5
1 PROJEKTIN MÄÄRITYS JA TAVOITTEET	9
1.1 Yleistä	9
1.2 Lähtötiedot	9
1.3 Projektin vaiheet	10
2 ANALYSOINTIMENETELMÄT	12
2.1 HDM-4 –järjestelmä	12
2.2 HDM-4:n kalibrointi Savo-Karjalan olosuhteisiin	13
2.2.1 Kalibrintitarve	13
2.2.2 Yhteenveto kalibroinnista	14
2.3 Esimerkki liikennetaloudellisesta analyysistä	21
3 TARKASTELTAVAN TIEVERKON LÄHTÖTIEDOT	23
3.1 Yleistä	23
3.2 Tarkasteltava tieverkko ja sen luokittelu	23
3.3 Tarvittavat lähtötiedot	26
3.3.1 Kuntotiedot	26
3.3.2 Toimenpidetiedot	27
3.4 Toimintapolitiikkavaihtoehtojen lähtötiedot	28
4 PERUSTULOKSET	31
4.1 Yleistä	31
4.2 Kesto- eli asfalttipäällysteiset tiet (AB-tiet)	32
4.3 Kevyt- eli pehmytasfalttipäällysteiset eli tiet (PAB-tiet)	35
4.4 Sorateiden pintaukset (SOP- tiet)	40
4.5 Soratiet	42
4.6 Sorateiden kelirikko	45
5 TULOSTEN ANALYSOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET	47
5.1 Yleistä	47
5.2 Kooste suositeltavista tienpitostrategioista Nilsiäns tienpiirille	49
6 ESITYS JATKOTOIMENPITEIKSI	52
LÄHDEAINEISTO	53

# 1 PROJEKTIN MÄÄRITYS JA TAVOITTEET

## 1.1 Yleistä

Useat eri tahot Tiehallinto itse mukaan lukien ovat huolissaan alemman tieverkon kunnosta ja sen jatkuvasta rappeutumisesta. Valtakunnan tasolla tehdyt tutkimukset kertovat kyseisen tieverkon kunnan koko ajan heikentyvän, joskin hitaasti. Alemman tieverkon heikko kunto aiheuttaa rajoituksia ja tuottaa hankaluuksia joukkoliikenteelle sekä raskaille kuljetuksille, erityisesti puutavaraliikenteelle.

Pientiestön tienpidon vaikeutena on tällä hetkellä mm. se, ettei ole olemassa ohjelmistoa, jolla olisi mahdollista hallita koko tieverkkoa. Päälystettyjen teiden hallinta tehdään Tiehallinnossa PMS:n (Pavement Management System) avulla. Soratieverkon hallintaan on käytössä T&M Sora. Yhtenäistä vertailujärjestelmää ei kuitenkaan ole olemassa.

On myös esitetty ajatuksia, tulisiko joihinkin liikenneyhteyksiin suunnata muita enemmän varoja liikennemäärän, maankäytön tai tien kunnan perusteella. Tällaisia väyliä voisivat olla mm. joukkoliikenteelle tai teollisuudelle tärkeät reitit. Olisiko tällainen painottaminen kansantalouden kannalta kannattavaa, on selvittämättä.

Tässä raportoidussa projektissa pientieverkon hallintaan on käytetty Maailmanpankin tunnetuksi tekemää HDM-4 (Highway Management and Development Tool) ohjelmaa. Tavoitteena on ollut mallintaa Nilsin tiemestarin alueen noin 1150 km mittainen tieverkosto ja arvioida tiestön kunnan kehittymistä ja rahoitustarvetta määriteltujen parannus-, hoito- ja ylläpitotoimien avulla. Projektin yhteydessä HDM-4 ohjelmaa on käytetty ensimmäisen kerran Suomessa. Hanke on toiminut samalla testiprojektina, jolla on arvioitu ohjelman soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin.

Savo-Karjalan tiepiiri on valinnut yhdeksi keskittymisalueekseen pientieverkon, jonka tienpidon suhteen se haluaa olla edelläkävijä maassamme. Tämän projektin tarkoituksena on myös lisätä tiepiirin osaamista alemman tieverkon tienpidon suunnittelussa.

## 1.2 Lähtötiedot

Analyysien lähtötietoina on käytetty Tiehallinnon ylläpitämiä rekisteritietoja, kuten liikennemäärä-, päällyste- ja kuntotietoja. Maankäytön tietoina on käytetty eri tahojen toimittamia tietoja tärkeistä kohteista ja joukkoliikenne-reiteistä. Eri teiden maankäyttöluokkien määrittelyyn ovat osallistuneet myös alueen merkittävimmät puunhankintayhtiöt.

Lähtötietoina selvitettiin myös eri toimenpiteiden kustannukset. Kustannustiedot on koottu yhteistyössä Nilsin alueen tiemestarin kanssa ja niitä on tarkennettu projektiryhmän toimesta.



Päällysteiden mallintamisen lähtötietoina on käytetty tiepiirin kuntomittaus-tietoja. Ajokustannusten määrittely on tehty pääsääntöisesti Tiehallinnon ohjeiden mukaisesti.

Sorateiden kulumismallien kalibroinnissa on käytetty Savo-Karjalan ja Kaakkois-Suomen piireistä koottuja mittauksia ja seulontatuloksia.

### **1.3 Projektin vaiheet**

Projekti jakaantui seuraaviin osavaiheisiin:

#### **I TARKASTELTAVAN TIEVERKON KUVAAMINEN**

Ensimmäisessä vaiheessa kuvattiin projektissa käsiteltävä tieverkko Nilsin tiemestarin alueelta. Verkko saatiin tierekisterin palvelutiedoston perusteella ja sitä täydennettiin ja muokattiin HDM-4 ohjelman tarpeiden mukaiseksi. Verkko jaettiin erilaisten muuttujien avulla eri tietyyppeihin. Näinä muuttujina olivat teiden toiminnallinen luokka, liikennemäärä, päällystetyyppi ja maan-käyttöluokka.

Päämääränä verkon muodostamisessa oli rakentaa em. muuttujien perus-teella tietyyppiluokitus, jota hyödynnettiin myöhemmin, kun tarkasteltiin ra-hoitusta erilaisille tietyypeille. Tyyppien määrä tarkennettiin työn aikana.

#### **II HDM-4 KALIBROINTITYÖ SUOMEN OLOSUHTEISIIN**

Yhtä aikaa tieverkon määrittämisen kanssa on tehty HDM-4 sovittaminen (kalibrointi) ajokustannusten sekä eri päällysteiden vaurioitumiskäyttäytymi-sen osalta Suomen olosuhteisiin. Sovittamisen tarkkuustaso määritettiin tässä vaiheessa karkealla tasolla, mutta katsottiin, että ne ovat päällystetyllä verkolla yhtenäiset PMS:n kanssa. Kalibrointi on tehty myös sorateiden osalta käyttämällä olemassa olevia kunto- ja mittaustietoja, joiden avulla vaurioitumismallit rakennetaan. Mikäli HDM-4 osoittautuu työssä käyttökel-poiseksi, tulevat kalibrointimallit tarkentumaan ajan kuluessa.

#### **III TOIMENPITEIDEN MÄÄRITTELY**

Kolmannessa vaiheessa sovittiin toistuvista hoito- ja ylläpitotoimista, jotka tieverkolle määritellään säännönmukaisina. Ylläpitotoimenpiteet sidottiin kunnon perusteella tapahtuviksi ja hoito määräajoin tehtäviksi. Raskaammat toimenpiteet kuten uudelleenpäällystys ja rakenteen parantaminen määritel-tiin vastaavasti.

#### **IV ANALYSOINTI JA ERI VAIHTOEHDOT**

Varsinainen analysointi on laadittu HDM-4:n strategiatyökalulla. Tarkastelu-aikana on käytetty 20 vuotta ja laskentakorkona 5 %. Analysoinnin tuloksina saatiin arvio eri tietyyppien kunnosta ja rahoitustarpeesta tietyiltä toimenpi-dekriteereiltä. Samalla voitiin arvioida rahoitustarvetta näiden toimenpide-kriteerien perusteella ja niiden vaikutuksia ajokustannuksiin. Tarkasteltavat vaihtoehdot on määritetty työryhmäkokouksissa.

## V RAPORTOINTI

Analysoinnin perusteella on laadittu selvityksestä tämä raportti, jossa saadut tulokset on esitelty ja tehty arvio ohjelmiston käyttökelpoisuudesta muissa vastaavanlaisissa selvityksissä.

## 2 ANALYSOINTIMENETELMÄT

### 2.1 HDM-4 –järjestelmä

HDM-4:llä lasketaan eri tienpitotoimenpiteille liikennetaloudellinen analyysi. Ohjelman avulla arvioidaan eri vaihtoehtojen ajokustannuksia ja tienpito-kustannuksia. Näin voidaan vertailla eri vaihtoehtoja ja laskea niille taloudellisia tunnuslukuja. HDM-4:n liikennetaloudellisten analysointityökalujen laskentamenetelmät ovat hyvin samantapaiset kuin esim. suomalaisessa IVAR-ohjelmassa. Tässä projektissa laskentatyökaluna on käytetty HDM-4:n strategiatyökalua.

HDM-4 (Highway Development and Management Tool) on Maailmanpankin kehittämä järjestelmä, jolla voidaan analysoida erilaisten hoito-, ylläpito- ja investointitoimenpiteiden vaikutuksia tiestön kuntoon, rahoitustarpeeseen ja ajokustannuksiin. Järjestelmän nykyinen versio (1.1.) kehitettiin vuosina 1993-2000. Järjestelmän tärkeimmät lähtötiedot ja mallit ovat seuraavat:

- tiestön historia-, kunto- ja liikennetiedot
- tiestön rappeutumismallit
- ajoneuvotiedot ja ajokustannusmallit
- toimenpidetiedot ja toimenpiteiden vaikutukset
- kustannustiedot
- kalibrointitiedot

HDM-4 analysointivaihtoehdot koostuvat kolmesta moduulista:

- projektitason analyysi
- ohjelmataason analyysi
- strategiatason analyysi

Projektitason analyysillä vertaillaan yleensä yksittäisen hankkeen eri vaihtoehtoja. Ohjelmataason analyysi vastaa Tiehallinnon käyttämää PMSPro:ta, eli sillä analysoidaan 1-3 vuoden toimenpideohjelmia. Strategiatason analyysissä tieverkkoa käsitellään isompina kokonaisuuksina, joille lasketaan pitkän tähtäimen toimintapolitiikkoja. Tämä vastaa Tiehallinnon HIPS-järjestelmällä (päällystetyille teille) tekemiä analyysyjä.

## 2.2 HDM-4:n kalibrointi Savo-Karjalan olosuhteisiin

### 2.2.1 Kalibrointitarve

HDM-4 -järjestelmässä on sisäänrakennettuja päällysteen rappeutumismalleja, jotka kuvaavat liikennemäärän ja ajan päällystettä kuluttavaa eli rapauttavaa vaikutusta. Mallien avulla voidaan ennustaa päällysteen kunnostus- ja uudelleenpäällystämistarvetta. Järjestelmä on rakennettu siten, että sitä voidaan käyttää eri maissa ja olosuhteissa. Näin ollen järjestelmän mallit ja muut lähtötiedot voidaan aina kalibroida niihin olosuhteisiin, missä järjestelmää aiotaan soveltaa. Tämä analyysi on ensimmäinen todellinen HDM-4-sovellus Suomen olosuhteissa, joten kalibrointi aloitettiin periaatteessa tyhjältä pöydältä.

HDM-4:n kalibrointi koostuu kahdesta pääasiasta:

- oikeiden lähtötietojen hankinta
- järjestelmän mallien kalibrointi
  - o tiestön rappeutuminen
  - o toimenpiteiden vaikutus
  - o ajokustannukset

Kalibroinnissa on sovellettu HDM-4:n kalibrointiohjeistoa. Yleisesti kalibrointi jaetaan kolmeen eri vaiheeseen, jotka on kuvattu alla resurssitarpeineen:

- taso 1 – peruskalibrointi (viikkojen työ)
- taso 2 – tarkennettu kalibrointi (kuukausien työ)
- taso 3 – tutkimusorientoitunut kalibrointi (vuosien työ)

Tässä työssä on tehty peruskalibrointi tasolla 1. Työtä on joidenkin muuttujien osalta täydennetty tasolla 2. Kalibroinnissa on keskitytty niihin tietoihin ja malleihin, jotka ovat merkityksellisimpiä lopputulosten kannalta. Myös vähemmän merkitsevät, mutta helposti kerättävät tiedot (kuten lämpötila ja sademäärä) on hankittu.

Seuraavassa kappaleessa on yhteenveto mallien ja lähtötietojen kalibroinnista. Lisätietoja kalibroinnista on saatavissa projektiryhmän työraporteista.



## 2.2.2 Yhteenveto kalibroinnista

### 1. Sää- ja ilmastotiedot

Ilmastotiedot vaikuttavat päällystettyjen teiden vaurioitumiseen ja epätasaisuuden lisääntymiseen sekä sorateiden kulutuskerroksen vähenemiseen.

Keskimääräinen sademäärä koko Savo-Karjalan tiepiirin alueella on 530 mm/v, mistä kuukauden keskiarvoksi saadaan noin 45 mm. Tiedot ovat vuosilta 1992-98.

Lämpötilan koko vuoden keskiarvo on +3 astetta. Tiedot ovat vuosilta 1992-98.

### 2. Sorateiden kuntotietoja

Sorateiden lähtötiedoissa on tiestön keskimääräinen tasaisuus ja sen vaihteluväli erittäin merkitsevä tekijä. HDM-4 oletusmallien mukaan pitkittäinen epätasaisuus (IRI, International Roughness Index) voi vaihdella välillä 1-20 mm/m, mikä on suomalaisiin olosuhteisiin epärealistista.

Vuosien 1995-96 sorateiden tasaisuusmittauksien perusteella arvioitiin seuraavaa:

- sorateiden minimi-IRI on noin 3 mm/m
- sorateiden keskimääräinen IRI on noin 5 mm/m
- sorateiden maksimi-IRI on noin 9 mm/m.

Soratien tasaisuus ja kulutuskerroksen häviäminen riippuvat kulutuskerros-  
materiaalin laadusta. Koekohteiden kulutuskerroksen seulontatietojen perusteella arvioitiin, että

- 2 mm seulan läpäisee 56 %
- 0.5 mm seulan läpäisee 34 %
- 0.074 mm seulan läpäisee 12 %
- maksimi raekoko 20 mm
- plastisuusindeksi 5 %
- kulutuskerroksen paksuus 100 mm.

Kulutuskerroksen alapuolisten kerrosten vastaavat arvot ovat:

- 2 mm seulan läpäisee 38 %
- 0.5 mm seulan läpäisee 22 %
- 0.074 mm seulan läpäisee 8 %
- plastisuusindeksi 5 %.

### 3. Rappeutumismallien kalibrointi

Kalibrointi tehtiin erikseen kullekin päällystetyypille, joita ovat

- asfalttipäällysteiset tiet (AB-tiet),
- pehmytasfalttipäällysteiset tiet ja öljysoratiet (PAB-tiet),
- soratien pintaukset (SOP- tiet) ja
- soratiet (SR-tiet).

HDM-4:n oletusrappeutumismalleja korjataan kalibrointikertoimilla. Kunkin kalibrointikertoimien oletusarvona on 1, joka kuvaa tilannetta, että tyydytään oletusmallin käyttöön. Ykköstä suuremmat arvot kuvaavat yleensä oletusmallia nopeampaa rappeutumista ja pienemmät arvot vastaavasti hitaampaa (lukuun ottamatta muuttujaa 'aika ensimmäisiin vaurioihin', joka toimii päinvastoin).

Kalibrointikertoimia on 24 kappaletta. Kalibrointikertoimien muutos on tehty kalibrointitason 1 mukaisesti, eli muutokset on tehty vain tärkeimpiin kertoi-  
miin. Nämä kertoimet on kuvattu alla:

Päällystetyt tiet:

- |                                  |                                      |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| - aika ensimmäisiin vaurioihin   | (all structural cracking initiation) |
| - deformaatiourat                | (rutting structural deformation)     |
| - kulumisurat                    | (rutting surface wear)               |
| - ilmaston vaikutus tasaisuuteen | (roughness environmental coeff.)     |
| - epätasaisuuden kehittyminen    | (roughness progression)              |

Soratiet:

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| - kulutuskerroksen kuluminen | (surface gravel loss factor) |
|------------------------------|------------------------------|

Päällystettyjen teiden mallien kalibrointi perustuu tiepiirien käyttämän PMS-järjestelmän oletusmalleihin. HDM-4:n kalibroitikertoimia on muutettu siten, että rappeutuminen vastaa PMS:n vastaavaa rappeutumista. Kuntotietorekisterin aineistosta on laskettu keskimääräinen aika ensimmäisten rakenteellisten vaurioiden syntyyn Savo-Karjalan piirin aineistolla, minkä avulla on kalibroitu aika ensimmäisiin vaurioihin.

Sorateiden kalibroinnissa on vähemmän muutettavia tekijöitä kuin päällystetyillä teillä. Tärkein tekijä näistä on kulutuskerroksen kulumisnopeus. Tässä työssä on arvioitu, että kulutuskerros ei kulu yli 10 mm vuodessa ja kalibroitikerrointa on muutettu sen mukaisesti.

Kalibrointia varten on muutettu muita, HDM-4:n oletusarvioista todennäköisesti poikkeavia arvoja seuraavasti:

Päällystetyt tiet:

- edellisen päällystekerroksen kunto ennen toimenpidettä
  - vaurioiden pinta-ala 10 %
  - leveiden halkeamien määrä 2 %
  - poikkihalkeamien lkm/km 10
- tyypillinen vauriojakauma
  - rakenteelliset vauriot 90 %
  - poikkihalkeamat 10 %
- tyypillinen aika reikien paikkaukseen alle 1 kk
- nastarenkaiden käyttö koko vuoden liikenteestä 30 %

Taulukossa 1 on esitetty suositeltavat kalibroitikertoimet. Kaikille muille malleille on käytetty oletuskertoimia.

Taulukko 1. Kalibroitikertoimet

MUUTTUJA	AB	PAB	SOP	SORA
aika ensimmäisiin vaurioihin	0.9	0.9	0.35	-
deformaatiourien kehitys	2	2	1.5	-
kulumisurat	2	2	1.5	-
ilmaston vs. tasaisuus	0.6	0.8	0.8	-
epätasaisuuden kehittyminen	0.5	1	1	-
kulutuskerroksen kuluminen	-	-	-	0.5

Oletusmalleihin nähden suurimmat muutokset on SOP-teiden vaurioitumisessa, urautumisessa kaikilla päällysteillä ja epätasaisuuden kehittyemisessä AB-teillä. SOP-teiden nopeammin tulevat vauriot johtuvat meillä käytetyn SOP:n luonteesta; se tehdään varsin kevyesti ja kohtuullisen ohuena verrattuna moniin maihin, jossa sen merkitys toimenpiteenä koko tieverkolla on tärkeämpi. Epätasaisuuden hidas kehittyminen meillä johtuu suurelta osin korkeasta rakentamis- ja ylläpitostandardista.

#### 4. Toimenpiteiden vaikutusmallien kalibrointi

Perusylläpitotoimenpiteiden vaikutus on HDM-4:n oletusmallien mukaan hieman huonompi kuin Suomessa on havaittu. Käytännössä HDM-4:n oletusmalleilla ei päästä uudellakaan tiellä tasaisuudessa alle tason IRI=2, joten malleja on kalibroitu PMS:n mukaisiksi seuraavasti:

- IRI toimenpiteen (päällystys) jälkeen, AB-tiet 1.3 mm/m
- IRI toimenpiteen (päällystys) jälkeen, PAB-tiet 1.6 mm/m

Urilla ja vaurioilla voidaan käyttää oletusarvoja:

- alku-ura 2 mm toimenpiteen jälkeen (alkupainuma)
- vauriosumma 0 toimenpiteen jälkeen

Sorateilla on lisäksi arvioitu, että muokkaushöyläyksen jälkeen soratien tasaisuus IRI on 4 mm/m.

#### 4. Ajoneuvotyypit ja ajokustannukset

Analyysiä varten valittiin kolme ajoneuvotyyppiä:

- kevyt ajoneuvo (sisältää HA ja PA)
- jakeluauto (KAIP, LA)
- raskas ajoneuvo (KAPP, KATP)

Tällä ajoneuvotyyppijaolla pyrittiin kuvaamaan eroja liikenteen jakaumissa tieverkon eri osilla.

HDM-4:n tarvitsemat lähtötiedot on hankittu pääosin ajokustannusjulkaisuista, akselimassatutkimuksesta ja verkkotason hallintajärjestelmän (HIPS) lähtötiedoista.

Seuraavassa on esitetty vain ne luvut, joita on muutettu HDM-4:ään verrattuna. Muut luvut HDM-4:n oletusarvoja.

Käytetyt hinnat ovat ajokustannusten laskentaperiaatteiden mukaisesti osittain verottomia. Tiedot ovat vuoden 2000 hintatasossa.

Kaikille ajoneuvotyypeille yhteiset tiedot on esitetty taulukossa 2.



Taulukko 2. Ajokustannusten lähtötietoja

MUUTTUJA	ARVO
Huolto- ja korjauskustannukset	105 mk/h (sis. sivukulut)
Auton apumiehen palkkakulut	105 mk/h (sis. sivukulut)
Matkustajan työajan palkkakulut	84 mk/h (sis. sivukulut)
Vakuutus ja katsastus	2000 mk/vuosi
Korkoprosentti (auton hankinta)	6 %
Voiteluöljy	30 mk/litra
Päälystettyjen teiden perusnopeus	80 km/h
Sorateiden perusnopeus	70 km/h

Kevyen ajoneuvon lähtötiedot ovat taulukossa 3. Ajoneuvo perustuu HDM-4:n tyyppiin 'Car Medium'. Ajokustannusjulkaisun mukaan kevyt ajoneuvo lasketaan henkilöauton ja pakettiauton painotettuna keskiarvona, jossa painoina ovat 91 % HA ja 9 % PA.

Taulukko 3. Kevyen ajoneuvon lähtötietoja

MUUTTUJA	ARVO
Polttoainejakauma	benssiini 80%, diesel 20%
Ajosuorite	18 000 km/vuosi
Keskimääräinen ikä	13 vuotta
Matkustajien lukumäärä	1.8
Työmatkojen osuus	50 %
Auton massa	1.2 tonnia
Otsapinta-ala	1.9 m <sup>2</sup>
Uuden ajoneuvon hinta (veroton)	75 250 mk
Rengas	500 mk
Polttoaine (valmisteverollinen, ei ALV)	4.97 mk/litra (8/2000)

Keskiraskaan ajoneuvon lähtötiedot ovat taulukossa 4. Ajoneuvo perustuu HDM-4:n tyyppiin 'Truck medium'. Ajokustannusjulkaisun mukaan keskiraskas ajoneuvo määritellään linja-auton ja kuorma-auton (ilman perävaunua) painotettuna keskiarvona, jossa painoina ovat 35 % LA ja 65 % KAIP.

*Taulukko 4. Keskiraskaan ajoneuvon lähtötietoja*

MUUTTUJA	ARVO
Polttoainejakauma	diesel 100%
Ajosuorite	52 600 km/vuosi
Keskimääräinen ikä	11 vuotta
Matkustajien lukumäärä	4.9
Työmatkojen osuus	60 %
Auton massa	13.3 tonnia
Otsapinta-ala	6 m <sup>2</sup>
Uuden ajoneuvon hinta (veroton)	656 000 mk
Rengas	2000 mk
Polttoaine (valmisteverollinen, ei ALV)	3.95 mk/litra (8/2000)
Pyörät ja akselit	6 pyörää, 2 akselia
Standardiakselien lukumäärä	1.25

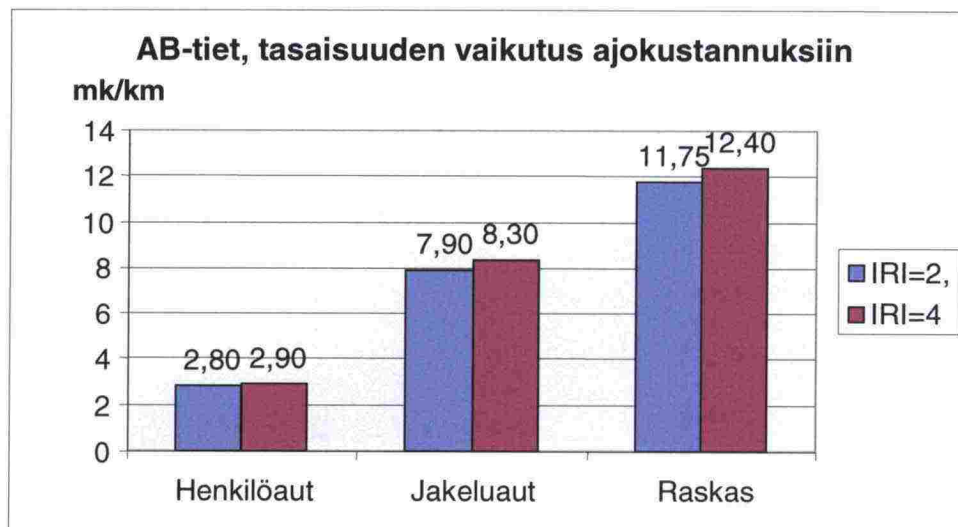
Raskaan ajoneuvon lähtötiedot ovat taulukossa 5. Ajoneuvo perustuu HDM-4:n tyyppiin 'Truck Articulated'. Ajokustannusjulkaisun mukaan raskas ajoneuvo lasketaan puoliperävaunullisen ja kokoperävaunullisen ajoneuvon painotettuna keskiarvona, jossa painoina ovat 16 % KAPP ja 84 % KATP.

*Taulukko 5. Raskaan ajoneuvon lähtötietoja*

MUUTTUJA	ARVO
Polttoainejakauma	diesel 100%
Ajosuorite	100 000 km/vuosi
Keskimääräinen ikä	10 vuotta
Matkustajien lukumäärä	1.1
Työmatkojen osuus	100 %
Auton massa	39.7 tonnia
Otsapinta-ala	9 m <sup>2</sup>
Uuden ajoneuvon hinta (veroton)	1 027 000 mk
Rengas	2000 mk
Polttoaine (valmisteverollinen, ei ALV)	3.95 mk/litra (8/2000)
Pyörät ja akselit	18 pyörää, 5 akselia
Standardiakselien lukumäärä	4.63

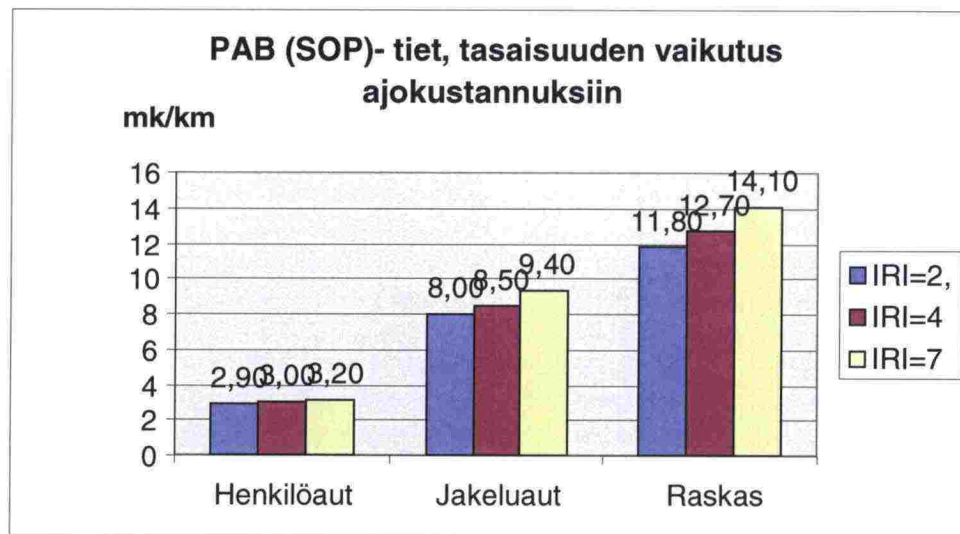
Tien kunnolla on vaikutusta ajokustannuksiin. Huono tie vaikuttaa ajonopeuksiin ja sitä kautta aikakustannuksiin. Vastaavasti polttoaineen ja varaosien nopeampi kuluminen lisää ajoneuvokustannuksia. Tärkeimpänä yksittäisenä tien kuntotekijänä, joka vaikuttaa ajokustannuksiin voidaan pitää epätasaisuutta (IRI), jonka vaikutusta ajokustannuksiin on esitetty kuvissa 1-3 eri päällystetyypeillä ja eri ajoneuvotyypeillä. IRI kuvaa päällysteessä ajosuunnassa esiintyvää epätasaisuutta.

Ajokustannuksissa on huomioitu pelkästään ajoneuvo- ja aikakustannukset. Onnettomuuskustannukset on jätetty huomioimatta, koska niistä koituvien hyötyjen ei katsota olevan yksiselitteisiä; toisinaan parempi tie voi lisätä onnettomuuksia – toisinaan taas ei.



Kuva 1. Tasaisuuden (IRI) vaikutus ajokustannuksiin eri ajoneuvoluokissa (mk/km) asfalttipäällysteisillä teillä

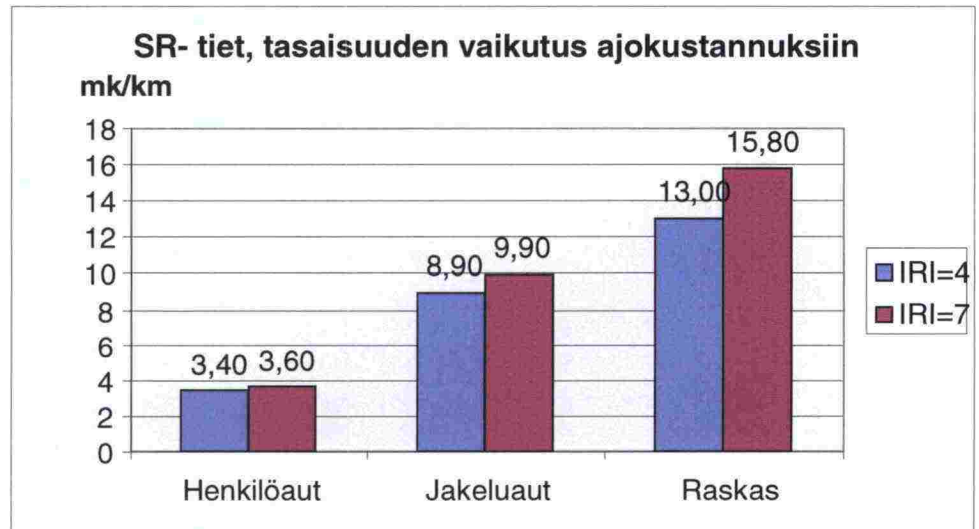
Asfalttipäällysteisillä teillä tasaisuuden perusarvoina käytettiin IRI- arvoja 2.5 ja 4. Tasaisuudella on kyseisissä luokissa 4...5 % vaikutus ajokustannuksiin.



Kuva 2. Tasaisuuden (IRI) vaikutus ajokustannuksiin eri ajoneuvoluokissa (mk/km) kevytpäällysteisillä teillä.

Kevytpäällysteisillä teillä tasaisuuden vaikutukset ovat suurempia. Perusarvoina kuvassa käytettiin yksikköjä IRI = 2.5, 4 ja 7. Tasaisuudella on IRI-arvojen 2.5 ja 7 välillä maksimissaan lähes 20 % vaikutus ajokustannuksiin.





Kuva 3. Tasaisuuden (IRI) vaikutus ajokustannuksiin (mk/km) sorapäälysteisillä teillä.

Sorateilla tasaisuuden vaikutukset ajokustannuksiin ovat suurimmat, arvojen IRI = 4 ja IRI=7 välisen eron vaikutus raskaan liikenteen ajokustannuksille on yli 20 %.

Ajokustannusten taso on HDM-4:ssä korkeampi kuin vastaavissa suomalaisissa laskelmissa. Tienpidon ohjauksessa merkityksellisempi on kuitenkin ajokustannusten muutos tiestön kunnon mukaan; tämä muutos on varsin vertailukelpoinen suomalaisiin laskelmiin.

### 2.3 Esimerkki liikennetaloudellisesta analyysistä

Seuraava esimerkki kuvaa pelkästään, miten toimintapolitiikat on muodostettu liikennetaloudellisten laskelmien perusteella. Esimerkkinä käytetään Nilsin alueen kestopäälystettyjä kantateitä. Esimerkkitaulukkoja on käytetty perustuloksien kuvauksessa.

Esimerkki yhdestä tietypistä, AB - kantatiet:

- Tieverkkomatriisiin yhtenä tyyppinä määriteltiin kestopäälystetyt kantatiet (AB-kanta). Tähän tyyppiin yhdistettiin kaikki kantateiden tieosat, joilla on AB- päälyste. Käytännössä tämä tarkoitti kantatien 75 tieosia 01-06, Siilinjärvi-Sydänmaa, joiden yhteispituus on 26.05 km.
- Tieosilta hankittiin tie- ja kuntorekisteristä tien ominaisuuksia koskevat tiedot, mm. leveys, kuntotiedot, KVL kuvattiin keskiarvotietona, pituus todellisina arvoina.
- Ajokustannukset määriteltiin ajoneuvotyyppien mukaan kolmella ajoneuvoluokalla. Ajoneuvojakauma on määritetty tierekisteristä.
- Toimenpiteinä arvioitiin eri uudelleenpäälystämismenetelmien tehokkuutta, niiden vaikutuksia ajo- ja tienpitokustannuksiin.
- Tuloksina kuvattiin vaihtoehtojen hyötyjen ja kustannuksien markkamääräisiä eroja ja H/K- suhdetta perusvaihtoehtoon (=pelkkä hoito) verrattuna (kts. taulukot 6 ja 7 alla).



Taulukko 6. H/K- suhteet eri uudelleenpäälystämismenetelmillä verrattuna pelkkään hoitoon.

Tyyppi	UREM	UUD MP	UUD PÄÄLL
Kantatiet	9,0	3,2	3,4

Taulukko 7. Kaikki tienpitokustannukset 20 vuoden ajalta (Mmk) eri uudelleenpäälystämismenetelmillä sekä pelkällä hoidolla.

Tyyppi	Pelkkä hoito	UREM	UUD MP	UUD PÄÄLL
Kantatiet	16,5	19,3	27,4	27,0

Esimerkin tuloksia voidaan tulkita seuraavasti:

- kaikki vaihtoehdot ovat parempia kuin pelkkä hoito
- UREM erittäin kannattava menetelmä (H/K-suhde suurin)
- tienpitäjän kustannuksien suhteen pelkkä hoito on halvin, mutta ajokustannuksilla mitaten muut ovat kannattavampia (H/K-suhteet suurempia kuin 1)

### 3 TARKASTELTAVAN TIEVERKON LÄHTÖTIEDOT

#### 3.1 Yleistä

HDM-4 tarvitsee analysointia varten määritellyn tieverkon, joka vaatii lukuisan määrän lähtötietoja. Tien yleistiedot, geometriatiedot, liikennemäärätiedot, rakenne- ja viimeiset toimenpidetiedot on tätä analyysiä varten saatu tierekisteristä ja päällysteiden kuntotiedot teiden kuntorekisteristä. Joiltain osin on käytetty myös HDM-4:n oletustietoja sekä yleisiä keskiarvotietoja, kuten sorateiden kulutuskerroksen paksuus. Sorateita koskevia tietoja saatiin aikaisemmista sorateiden tutkimusprojekteista, joita oli suoritettu 1990-luvun puolessa välissä sekä Savo-Karjalan että Kaakkois-Suomen tiepiirin alueella.

#### 3.2 Tarkasteltava tieverkko ja sen luokittelu

Selvityksessä on käytetty Nilsin alueen esimerkkitieverkkoa. Savo-Karjalan tiepiirin tiemestarialueista Nilsin alue on ainoa Pielaveden alueen ohella, jolla ei ole valtatieä. Se edustaa hyvin pientieverkostoon perustuvaa aluetta. Kuvattu lähtötilanne oli voimassa projektin alkaessa lokakuussa 2000. Myöhemmin Nilsin aluetta on muutettu ottamalla siihen osa valtatie 5 osuutta Lapinlahdella, mutta muutoksia ei ole tehty määritettyyn tieverkkoon.

Koko alueella sijaitsee vain kaksi kantatietä; Kt 75 Siilinjärveltä Nilsin kautta Nurmeksen suuntaan sekä Kt 87 Iisalmesta Rautavaaran kautta Nurmeksen suuntaan. Molemmat kantatiet ovat vähäliikenteisiä, ainoastaan kantatiellä 75 Siilinjärven ja Nilsin välillä liikennemäärä on useita tuhansia. Tieverkosta suuri osa on lisäksi kelirikkoalttiita sorateita. Tarkastelua varten alueelta löytyy myös riittävästi SOP- päällystettyjä teitä. Nilsin alueen tieverkon kokonaispituus on noin 1150 km.

Tieverkkoa luokiteltaessa otettiin huomioon, että koko alueen tiestöstä tulisi muodostaa tietyyppien mukaan jaettu strateginen tieverkko. Tämä tarkoittaa sitä, että kukin yksittäinen tieosa määriteltiin kuuluvaksi johonkin strategiaan luokkaan. Samantyyppiset tieosat yhdistettiin yhdeksi tyyppiksi, jonka kokonaispituudeksi määritettiin maksimissaan 100 km.

Aluksi tiet jaettiin päällysteen perusteella neljään eri luokkaan:

- asfalttipäällysteiset,
- kevytpäällysteiset,
- sop-päällysteiset ja
- sorapäällysteiset tiet.

Toiminnallisia luokkia alueiden teille määriteltiin kolme: kantatiet, seututiet ja yhdystiet. Näistä yhdystiet jaettiin edelleen eri maankäyttöluokkiin. Yhdysteistä asfalttipäällysteiset tiet eroteltiin omaksi luokaksi (AB- muu tie).

Maankäyttöluokiksi muodostettiin kolme eri luokkaa, jotka määritettiin seuraavasti:

1. **Asutus**; tien varrella on paljon asutusta, tie on tärkeällä joukkoliikenne-reitillä tai tien varressa on palveluja, kuten kauppa tai tärkeä matkailukohde.
2. **Teollisuus**; tie on tärkeä puunhankintayhtiöiden, turvetoiminnan, maataloustoiminnan tai muun raskasta liikennettä synnyttävän toiminnan takia.
3. **Ei merkittävää maankäyttöä**; tiellä on vähän asutusta, ei palveluja eikä muuta liikennettä merkittävästi synnyttäviä toimintoja.

Tieverkko ja sen jako maankäyttöluokkiin on esitetty kuvassa 1.

Mikäli päällysteen ja maankäyttöluokkiin jaon jälkeen samaan luokkaan kuuluvien tieosien (tyypin) yhteispituus oli edelleen yli 100 km, jaettiin tyyppi vielä useampaan luokkaan liikennemäärän perusteella. Liikennemääräluokkia määriteltiin korkeintaan kolme.

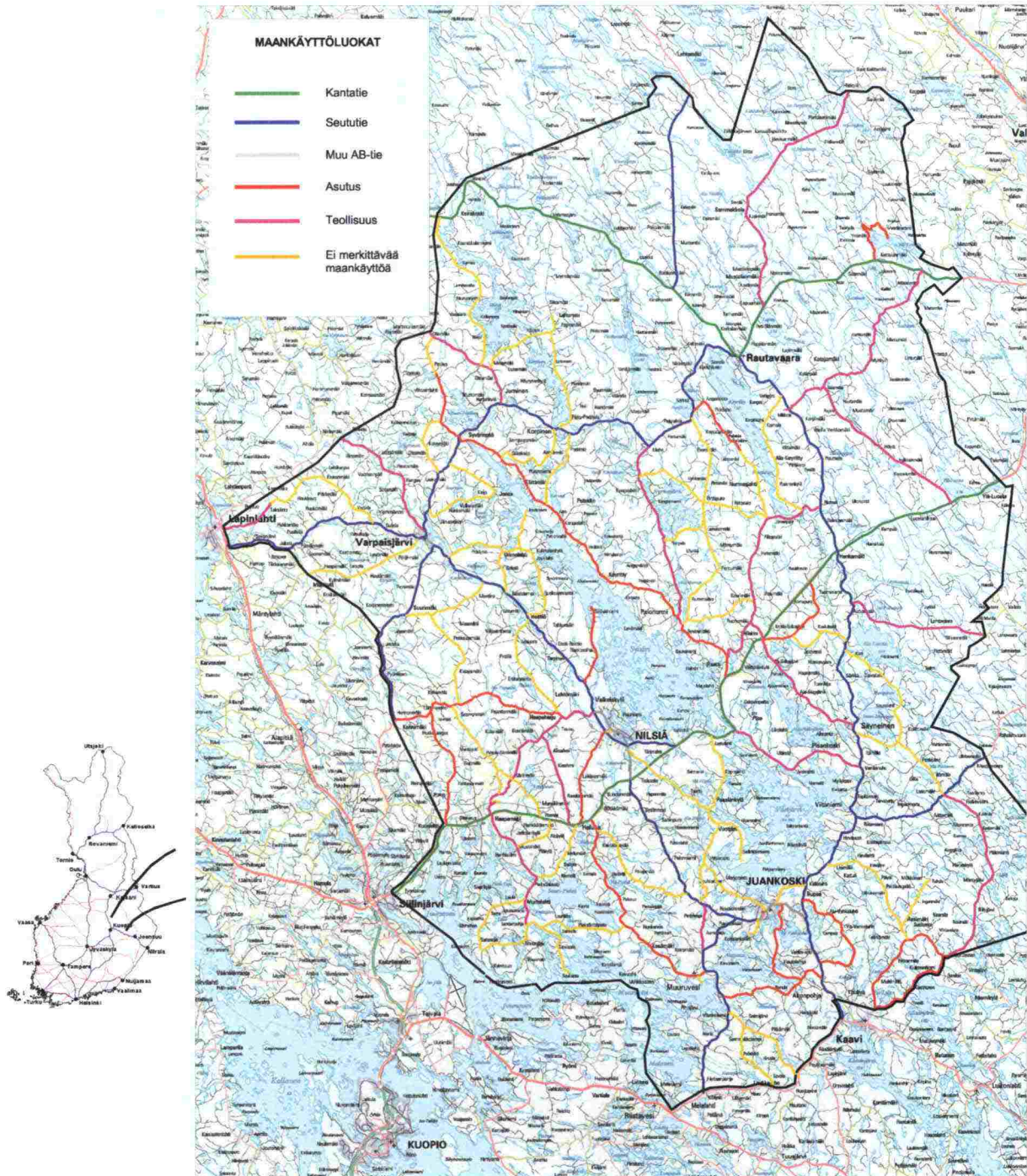
Lopullisia strategisia luokkia saatiin kaikkiaan 21 kappaletta. Niiden perustiedot on esitetty taulukossa 8. Kanta- ja seututieluokkia on kaikkiaan kolme kappaletta. Luokkiin sisältyvien tieosien yhteispituus on kaikissa tyypeissä alle 100 km. AB- ja SOP- päällystettyjä teitä ei jaettu enää liikennemäärän perusteella useampaan luokkaan niiden vähäisen yhteispituuden vuoksi.

Taulukko 8. Määritellyn tieverkon jako luokkiin

MAANKÄYTTÖ	PÄÄLLYSTE	KVL	PITUUS
1 Kantatie	AB		26,05
2 Muu	AB		13,99
3 Asutus	PAB		61,66
4 Ei mk	PAB		44,40
5 Kantatie	PAB	Alle 700	56,48
6 Kantatie	PAB	Yli 700	46,10
7 Seututie	PAB	Alle 300	62,14
8 Seututie	PAB	300...700	83,28
9 Seututie	PAB	Yli 700	98,30
10 Teollisuus	PAB	Alle 300	65,40
11 Teollisuus	PAB	Yli 300	18,18
12 Asutus	SOP		57,15
13 Ei maank.	SOP		33,50
14 Teollisuus	SOP		23,80
15 Asutus	SR	Alle 100	20,45
16 Asutus	SR	Yli 100	37,39
17 Ei maank.	SR	Alle 70	92,21
18 Ei maank.	SR	70...100	95,88
19 Ei maank.	SR	Yli 100	99,88
20 Teollisuus	SR	Alle 100	52,26
21 Teollisuus	SR	Yli 100	63,16
Yhteensä			1151,66

Ei maank. = Ei merkittävää maankäyttöä





Kuva 4. Tieverkko ja maankäyttöluokat



### 3.3 Tarvittavat lähtötiedot

Tiegeometriaan liittyvien perustietojen lisäksi HDM-4 tarvitsee elinkaariaanalyyysin lähtötiedoiksi erityisesti tietoa tien nykyisestä tilasta, sille tehdyistä toimenpiteistä ja sen kunnosta. Suurin osa näistä tiedoista saatiin suoraan tierekisteristä ominaisuustietoina. Joitain tietoja jouduttiin muuttamaan, jotta ne saatiin vastaamaan HDM-4:n tarvitsemaa muotoa.

#### 3.3.1 Kuntotiedot

Tiestön kunto määritellään HDM-4:ssä seuraavien muuttujien perusteella:

- ◆ Tasaisuus (roughness) IRI, m/km
- ◆ Urasyvyys (rutting), mm
- ◆ Halkeamien määrä (total area of cracking) %, halkeamat määritellään HDM-4:ssä metrin leveinä
- ◆ Reikien määrä (potholes) kpl/km, määritellään 10 litran kokoisina "yksikköreikinä"
- ◆ Purkautumien osuus (ravelling) %
- ◆ Reunahalkeamat (edge break) m<sup>2</sup>/km, kuvataan yhden metrin levyisinä kaistaleina tien reunassa
- ◆ Kitka (skid resistance), kitkakerroin 50 km/h nopeudella
- ◆ Pintakarheus (texture depth) mm
- ◆ Kuivatuksen kunto (drainage), määritellään sanallisesti
- ◆ Tiedon mittaavuosi, kuntotietorekisterin perusteella

Kuntotiedoista tasaisuus ja uratiedot voidaan suoraan viedä HDM-4- järjestelmään. Suomessa tehdyistä vaurioinventoinneista saadaan järjestelmään suoraan halkeamat ja reunapainauumat, koska ne määritellään HDM-4:ssä samantapaisesti. Verkkohalkeamat ja purkaumat laskettiin yhdessä purkautumien kohdalle, jossa ne muutettiin prosenttiyksiköiksi tien leveyden avulla. Ainoastaan reiät jouduttiin konvertoimaan Suomen järjestelmästä HDM-4:n järjestelmään. Se tehtiin päällystepaksuuden avulla. Kitkan, pintakarheuden ja kuivatuksen kunnan osalta käytettiin oletusarvoja.

Päällystetyiltä teiltä määritellään lisäksi myös ns. tien rakenteellinen luku. Tässä projektissa päällystettyjen teiden rakenteelliset luvut saatiin HDM-4:ään laskemalla takaisinpäin kantavuusmittausten taipuma-arvot kaavan 1 mukaan. Taipuman avulla voidaan määrittää tien rakenteellinen luku HDM-4:ssä automaattisesti.

*Kaava 1. Taipuman määrittäminen takaisinpäin kevätkantavuusarvosta*

$$\text{Taipuma} = (160 \times \text{kevätkantavuuskerroin}) / \text{kevätkantavuus}$$

Sorateille annetaan seuraavat lähtökuntotiedot.

- ◆ Kulutuskerroksen paksuus, kaikille sorateille käytettiin oletusarvoa 100 mm
- ◆ Tasaisuus, kaikille sorateille käytettiin alkuoletuksena tasaisuusarvoa IRI=5
- ◆ Tiedon mittausvuosi, oletus v.2000

Sorateiden lähtökuntotietoina käytettiin aikaisempien soratietutkimuksien mukaisia keskiarvoja, joita käytettiin myös sorateiden vaurioitumismallien kalibroinnin yhteydessä.

Taulukossa 9 on esitetty tieverkkoon määriteltujen tyyppien tärkeimpiä keskimääräisiä kuntotietoja.

*Taulukko 9. Tieverkon keskimääräisiä kuntotietoja*

AB	Kantatiet		26,1	7,0	3465	1,6	3,5	0,3	0,0	0,1	9,6	4,1
AB	Muut		14,0	7,1	2160	1,7	1,1	0,1	0,1	0,4	8,4	1,6
PAB	Kantatiet	alle 700 ajon/vrk	56,5	6,5	351	2,6	5,8	0,2	0,4	27,0	1,4	33,6
PAB	Kantatiet	yli 700 ajon/vrk	46,1	7,0	1340	1,7	1,1	0,1	0,1	0,4	5,4	1,9
PAB	Seututiet	alle 300 ajon/vrk	62,1	6,4	185	2,1	2,3	0,1	0,2	1,3	2,0	4,1
PAB	Seututiet	300-700 ajon/vrk	83,3	6,4	559	1,8	1,8	0,4	0,2	0,6	0,8	3,4
PAB	Seututiet	yli 700 ajon/vrk	98,3	6,6	1041	1,8	2,8	0,4	0,5	3,8	2,1	7,8
PAB	Yhdystie-teollisuus	alle 300 ajon/vrk	65,4	6,1	198	1,9	2,1	0,3	0,1	1,9	1,7	4,5
PAB	Yhdystie-teollisuus	yli 300 ajon/vrk	18,2	6,3	386	1,9	2,3	1,1	0,1	1,2	0,4	5,8
PAB	Yhdystie-asutus		61,7	6,3	309	2,9	3,7	4,7	1,1	8,5	3,4	22,7
PAB	Yhdystie-ei maank.		44,4	6,1	266	3,6	5,2	4,0	3,5	13,7	3,1	30,4
SOP	Yhdystie-teollisuus		23,8	6,1	273	3,8					2,1	
SOP	Yhdystie-asutus		57,2	6,0	196	4,1	3,7	3,3	1,9	10,6	3,7	22,8
SOP	Yhdystie-ei maank.		33,5	6,2	240	3,6	2,1	1,8	1,3	5,9	3,5	12,9
SR	Yhdystie-teollisuus	alle 100 ajon/vrk	52,3	5,8	58	5,0						
SR	Yhdystie-teollisuus	yli 100 ajon/vrk	63,2	6,0	137	5,0						
SR	Yhdystie-asutus	alle 100 ajon/vrk	20,5	5,5	83	5,0						
SR	Yhdystie-asutus	yli 100 ajon/vrk	37,4	5,9	139	5,0						
SR	Yhdystie-ei maank.	alle 70 ajon/vrk	92,2	5,6	53	5,0						
SR	Yhdystie-ei maank.	70-100 ajon/vrk	95,9	5,8	79	5,0						
SR	Yhdystie-ei maank.	yli 100 ajon/vrk	99,9	6,2	139	5,0						

Ei maank. = Ei merkittävää maankäyttöä

### 3.3.2 Toimenpidetiedot

Toimenpiteistä HDM-4 tarvitsee viimeisimmät toimenpidetiedot sekä päällysteen paksuudet lähtötietoina. Viimeisimpinä toimenpidevuosina päällystetyiltä tieosilta HDM-4 vaatii viimeisimmän rakentamis- tai rakenteen parantamisvuoden sekä viimeisimmän uudelleenpäällystysvuoden. Mikäli päällysteelle on tehty jotain tämän jälkeen, kuten sirotepintauksia tai paikkauksia, annetaan myös niiden toimenpidevuosi.

Sorateiden osalta määritettiin päällyskerroksen ja alusrakenteen materiaalit, alusrakenteen tiivistämismenetelmä sekä annettiin viimeinen soranlisäämisvuosi. Tarkemman tiedon puuttuessa kaikille sorateille määriteltiin tässä tapauksessa viimeiseksi soranlisäysvuodeksi 2000.

### 3.4 Toimintapolitiikkavaihtoehtojen lähtötiedot

Analysoidut toimintapolitiikkavaihtoehdot koostuivat useista perustoimenpiteistä, joita on lueteltu taulukoissa 10-13. Päällystettyjen teiden toimintapolitiikat koostuvat hoitotoimenpiteistä ja uudelleenpäällästämisistä, jotka noudattelevat PMS:n valintaehtoja. Soratiestöllä vaihtoehdot muodostuvat mm. muokkaushöyläyksestä ja sorastuksesta. Raskaammat vaihtoehdot sisältävät päällystettyyn muuttamisen rakenteen parantamisen yhteydessä. Yhtenä strategiavaihtoehtona piirin näkökulmasta pidettiin myös päällystetyn tien muuttamista takaisin soratieksi.

Toimenpiteiksi ja niiden vaikutuksiksi määriteltiin lopulta seuraavaa:

Perustoimenpiteet kaikille päällystetyille teille sisältävät tien reikien ja halkeamien korjauksen vuosittain sekä ojien, tien reunapainaumien ja reunojen (= sorapientareen, tien luiskien ja ojituksen) kunnostamisen viiden vuoden välein. Lisäksi tarkasteluissa on huomioitu aina talvihoito kunnossapitoluokittain.

*Taulukko 10. Päällystettyjen teiden hoitotoimenpiteet*

Toimenpide	Ajoitus	Hinta
Reikien korjaus	joka vuosi	10 mk/m <sup>2</sup>
Halkeamien korjaus	joka vuosi	3 mk/m <sup>2</sup>
Ojien perkaus	joka 5. vuosi	20 000 mk/km
Reunojen paikkaus	joka 5. vuosi	6 mk/m <sup>2</sup>
Reunojen korjaus	joka 5. vuosi	50 000 mk/km
Talvihoito, IB luokka	joka vuosi	17037 mk/km/v
Talvihoito, II luokka	joka vuosi	5828 mk/km/v
Talvihoito, III luokka	joka vuosi	3429 mk/km/v

Perustoimenpiteet kaikille sorateille sisältävät vuosittain tapahtuvat kevät-kunnostuksen ja pinnan paikallisen sorastuksen. Tien reunat (ojitus, luiskat ja pientareet) kunnostetaan viiden vuoden välein. Lisähöyläykset, laajempi sorastus ja korjaukset ohjelmoidaan tien kunnon perusteella. Talvikunnossapito huomioitiin kuten päällystetyllä tieverkolla.



Taulukko 11. Sorateiden hoitotoimenpiteet

Toimenpide	Ajoitus	Hinta
Höyläys	kun IRI > 6, höyläyksen jäl- keen IRI on 4	1000 mk/km
Sorastus	kun kulutuserros alle 30 mm	40 mk/m <sup>3</sup>
Korjaus	kun kulutuserros alle 10 mm	150 mk/m <sup>3</sup>
Pinnan paikkaus	lisätään 10 m <sup>3</sup> /km vuosittain	40 mk/m <sup>3</sup>
Kevätkunnostus	vuosittain	3000 mk/km
Reunojen korjaus	joka 5. vuosi	50 000 mk/km

Kesto- ja kevytpäällysteisten teiden uudelleenpäällystystoimenpiteet sisältävät massapintauksen, urapaikkauksen UREM-menetelmän mukaan sekä uudelleenpäällystämisen. Tarkasteluja varten on määritetty myös uudelleenpäällystys sirotepintauksena ja pehmytasfalttibetonina. Toimenpiteiden ajoitus on määritetty PMS:n kriteerien mukaan. Tulevia tarkasteluja varten on lisättävä vielä remix-päällystäminen koko tien leveydeltä.

Taulukko 12. Ylläpitotoimenpiteet päällystetyille teille

Toimenpide	Ajoitus	Hinta
Uusi massapintaus	PMS:n mukaan AB 30 mm	22 mk/m <sup>2</sup>
Uusi PAB-pinta	PMS:n mukaan PAB 40 mm	17 mk/m <sup>2</sup>
Uusi SOP-pinta	PMS:n mukaan SOP 25 mm	10 mk/m <sup>2</sup>
Urapaikkaus UREM	PMS:n mukaan urapaikkauksen osuus noin 30 % tien leveydestä ja paksuudeltaan noin 25 mm	25 mk/m <sup>2</sup>
Uudelleenpäällystys ABMP	PMS:n mukaan AB 50 mm	32 mk/m <sup>2</sup>



Sorateiden parantamistoimenpiteiksi määritettiin soratien parantaminen PAB-pintaiseksi, raskas ja kevyt rakenteen parantaminen sekä soratien parantaminen soratienä.

PAB-pintaisen tien osalta määriteltiin analyysiä varten PAB-pintaisen tien "uudelleen rakentaminen", joka on uudelleenpäällystämistä rankempi vaihtoehto sekä PAB-pintaisen tien muuttaminen soratieksi. Myös SOP-pintaisille teille määriteltiin samat vaihtoehdot.

*Taulukko 13. Rakenteen parantamistoimenpiteet*

Toimenpide	Hinta
PAB; uudelleen rakentaminen	250 000 mk/km
SOP -> PABksi 40 mm	300 000 mk/km
SR -> PABksi 40 mm, kevyt parantaminen	400 000 mk/km
SR -> PABksi 40 mm, raskas parantaminen	800 000 mk/km
Soratien rakenteen parantaminen soratienä, uusi kulutuskerros 100 mm	330 000 mk/km
SOP tai PAB/ÖS -> soratieksi	50 000 mk/km

## 4 PERUSTULOKSET

### 4.1 Yleistä

Liikennetaloudelliset tarkastelut suoritettiin päällystetyypeittäin. Jokaisen päällystetyypin osalta on suoritettu eri toimintapolitiikkojen liikennetaloudellinen vertailu. Tuloksina on esitetty kunkin toimintapolitiikan hyötykustannussuhteet sekä toimintapolitiikan tienpitokustannukset 20 vuoden ajalta. Parhaimpien toimintapolitiikkojen havainnollistamiseen on käytetty harmaata pohjaa ja/tai kursivitekstiä. Toimintapolitiikkojen välisiä eroja on havainnollistettu kuvaamalla toimintapolitiikan hyödyt ja kustannukset samassa kuvassa. Vaikutuksia tienkäyttäjälle on kuvattu ajokustannuksien avulla.

Tarkastelujaksona käytettiin 20 vuotta, jolloin huomioitiin tielle tehtävät toimenpiteet, ajokustannukset ja tien kunto koko tarkasteluajanjaksolta. Las kentakorkokantana käytettiin 5 % ja toimenpiteiden jäännösarvona 30 %. Tulosten yhteydessä ilmoitetut kustannukset ovat aina ilmoitettu diskonttaamattomina. Strategioita on verrattu aina perusvaihtoehtoon, joka on pelkkien hoitotoimenpiteiden ylläpitäminen tarkastelujakson aikana.

Toimenpiteiden valinnassa käytettiin kaikkien päällystettyjen teiden osalta PMS:n kriteerejä, jotka ovat taulukon 14 mukaiset. PMS:n valintakriteerit on määritetty liikennemäärän ja nopeusrajoituksen mukaisesti kaikille päällystetyille teille yhtenäisesti.

Taulukko 14. PMS-politiikan rajat nopeus- ja liikennemääräluokittain.

Tasaisuusrajat, mm/m

KVL	> 100 km/h	100 km/h	80/70 km/h	60/50 km/h
0-349	3,5	3,5	4,1	5,5
350-1499	2,5	3,5	4,1	5,5
1500-5999	2,5	2,5	3,5	4,1
6000-	2,5	2,5	2,5	3,5

Urasyvyysraja, mm

KVL	> 100 km/h	100 km/h	80/70 km/h	60/50 km/h
0-349	17	18	19	20
350-1499	16	17	18	19
1500-5999	15	16	17	18
6000-	15	15	16	17

Vaurioitumisraja vauriosumma, oma yksikkönsä

KVL	> 100 km/h	100 km/h	80/70 km/h
0-349	140	140	140
350-1499	70	80	90
1500-5999	50	60	70
6000-	30	40	60

Urasyyvyys on pääkriteeri vilkasliikenteisillä teillä ja vauriosumma vastaavasti vähäliikenteisillä teillä. Tasaisuus (ja kantavuus) määrittelevät yleensä toimenpiteiden rankkuustason.

#### 4.2 Kesto- eli asfalttipäällysteiset tiet (AB-tiet)

AB-päällysteisille teille tutkittiin aluksi kolmea eri vaihtoehtoa vertailemalla niitä vaihtoehtoon, jossa tiestölle tehdään vain perushoitoa. Perushoito valittiin vertailuvaihtoehdoksi, vaikkakin tiedetään, ettei se edusta nykyistä toimintapolitiikkaa. Tämä vaikuttaa tuloksiin siten, että hyötykustannussuhteet ovat normaalia korkeampia, mutta kuitenkin keskenään vertailukelpoisia.

Vertailtavat vaihtoehdot olivat:

- urapaikkaukset UREM- menetelmällä (UREM)
- uudelleenpäällystykset massapintauksella (UUD MP)
- uudelleenpäällystykset uudella laattalla (UUD PÄÄLL)

Taulukoissa 15 ja 16 on esitettyinä näiden vaihtoehtojen hyötykustannussuhteet ja diskonttaamattomat tienpitokustannukset tarkastelujakson ajalta. Seuraavan kuuden vuoden ajalta (2001-2006) piirin suunnitelmien päällystyskohteiden arvioidut kustannukset ovat tällä hetkellä noin 14 Mmk, joka vastaa noin 45 Mmk seuraavalle 20 vuodelle.

UREM-menetelmää hyödyntämällä tiepitokustannuksia voitaisiin pienentää alueen kohteissa, mikäli menetelmä soveltuu alueen AB-teille (tiestöllä ei vakavia rakenteellisia puutteita). Tällöin voitaisiin osa kestopäällystetyille teille tarkoitetuista varoista ohjata alempiluokkaiselle tieverkolle. Todellisuudessa ei liene mahdollista, että pelkästään yhtä menetelmää voidaan käyttää koko tarkastelujakson ajan. Välillä tienpinta tulee uusia koko leveydeltään.

*Taulukko 15. H/K- suhteet eri uudelleenpäällystämismenetelmillä verrattuna pelkään hoitoon.*

	UREM	UUD MP	UUD PÄÄLL
<b>Kantatiet</b>	9,0	3,2	3,4
<b>Muut tiet</b>	7,5	2,2	1,5

*Taulukko 16. Tienpitokustannukset 20 vuoden ajalta (Mmk) eri uudelleenpäällystämismenetelmillä sekä pelkällä hoidolla AB- teille.*

	Pelkkä hoito	UREM	UUD MP	UUD PÄÄLL
<b>Kantatiet</b>	16,5	19,0	27,4	27,0
<b>Muut tiet</b>	8,8	9,5	12,7	14,6
<b>Yhteensä</b>	25,3	28,5	40,1	41,6



Tarkastelun perusteella UREM-vaihtoehto tuli ylivoimaiseksi, minkä vuoksi tutkittiin vielä UREM-menetelmän liikennetaloudellista kannattavuutta, mikäli päällysteen laatu ei yllä samalle tasolle, kuin massapintauksessa tai uudelleenpäällystämässä. Vertailuksi suoritetussa tarkastelussa UREM-toimenpiteen jälkeen oletettiin päällysteeltä saavutettavan IRI=2 taso tasaisuudeltaan. Suoritettujen tutkimusten perusteella tasaisuudeksi on saatu noin IRI=1.5 UREM- paikkauksen jälkeen. Lisäksi tutkittiin toimenpide, jossa ensimmäisellä kerralla tehdään UREM- urapaikkaus ja sen jälkeen massapintaus. Myös tämä tarkastelu laadittiin IRI=2 tason mukaisesti. Tarkastelun perusteella "huonompilaatuinenkin" UREM oli myös hyvin kannattava (Taulukko 17). Näissä tarkasteluissa massapintauksen jälkeen arvioitiin saavutettavan IRI=1,3 tasaisuus. Käytännössä UREM- menetelmää käytetään vain niissä kohteissa, joissa tasaisuuden osalta ei ole ongelmia.

*Taulukko 17. H/K- suhteet eri UREM- menetelmissä (vertailukohta pelkkä hoito).*

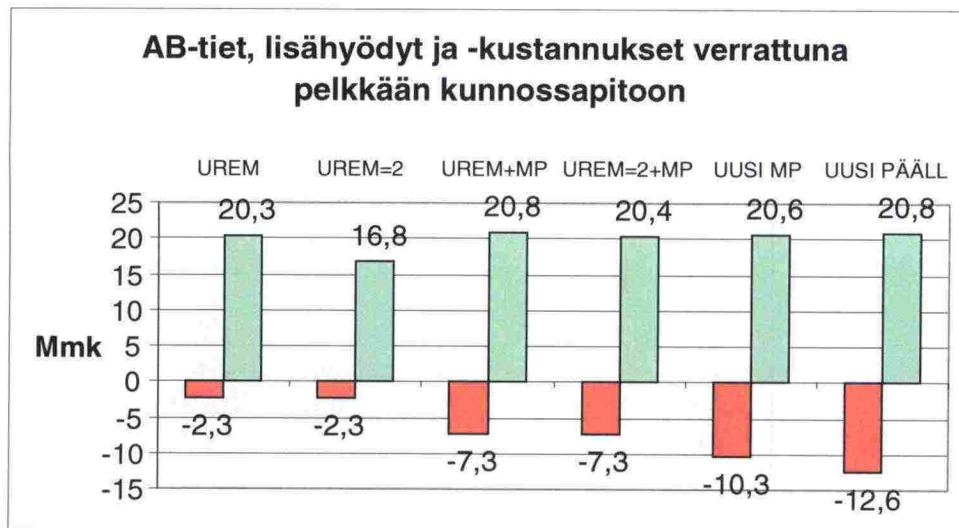
	UREM IRI = 1,3	UREM IRI = 2,0	UREM + MP IRI = 1,3	UREM + MP IRI = 2,0
<b>Kantatiet</b>	9,0	7,1	4,4	4,3
<b>Muut tiet</b>	7,5	7,5	1,8	1,8

AB-teiden toimintapolitiikoista kaikki olivat kannattavia. Eri menetelmät asettautuivat rakennuskustannusten mukaiseen järjestykseen, koska tien käyttäjien kustannukset uudelleenpäällystämismenetelmissä olivat tien pinnan hyvän laadun vuoksi lähes samanlaiset.

Nilsin alueen teillä ei vaihtoehtona käytetty päällysteen REMIX- menetelmää, jossa tienpinta uusitaan entistä päällystettä hyödyntäen koko leveydeltä. Se on kuitenkin huomioitava, mikäli tarkastelua laajennetaan koko piiriin.

Kaikkien vaihtoehtojen eroja on vertailtu kuvassa 5, jossa on esitetty vaihtoehtojen kustannussäästöt ja lisäkustannukset verrattuna pelkkään perushoitoon. Kustannukset on diskontattu vertailuajanjaksolta (20 v.). Kuvasta voidaan selvästi huomata, kuinka kaikissa vaihtoehtoisissa lisäkustannukset eli investoinnit (esitetty punaisella) jäivät pienemmiksi kuin saavutetut ajokustannussäästöt (esitetty vihreällä).

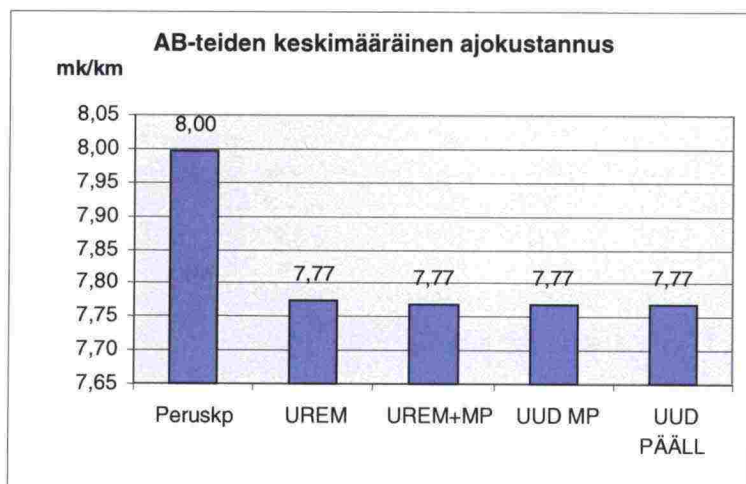




Kuva 5. Eri toimintapolitiikkojen hyödyt ja kustannukset asfalttipäällysteisille teille.

Kuvassa 6 esitellään eri toimintapolitiikkojen vaikutusta tienkäyttäjän kustannuksiin. Kustannukset on laskettu keskimääräisinä kustannuksina mk/km, siten että eri ajoneuvotyyppäjä on painotettu liikennemäärän suhteessa.

Asfalttipäällysteisillä teillä toimintapolitiikalla ei ole mainittavaa vaikutusta tienkäyttäjän kustannuksiin. Toimintatavat johtavat samanlaisiin ajokustannuksiin, jotka ovat noin 3 % edullisemmat kuin pelkällä kunnossapidolla. Kantateiden epätasaisuus on tarkastelujaksolla noin IRI 2.5 mm/m ja muiden teiden hieman parempi, eli 2.3 mm/m. Keskimääräinen urasyvyys on sekä kanta- että muilla teillä noin 10 mm.



Kuva 6. Keskimääräiset ajokustannukset mk/km toimintapolitiikoissa AB-teillä.

Tarkastelujen perusteella UREM- menetelmä on kokonaisedullinen vaihtoehto. Edullisia urien ja tasaisuuden parantamismenetelmiä (kuten UREM) tulisiakin aktiivisesti hyödyntää. Edullisen rakentamisen lisäksi ne ovat myös liikennetaloudellisesti edullisia menetelmiä.

PMS:n mukainen toimintapolitiikka on perusteltua Nilsiän alueen AB- teille, koska liikennemäärät teillä ovat tarpeeksi korkeat. Tarkastelun perusteella ei AB-teiden hoidosta ja kunnostuksesta kannata tinkiä.

### 4.3 Kevyt- eli pehmytasfalttipäällysteiset eli tiet (PAB-tiet)

#### Perusvaihtoehdot

PAB-päällysteisille teille (sisältää myös öljysoratiet) on perusvaihtoehdoksi määritelty pelkästään tien hoitoon perustuva toimintapolitiikka. Vertailussa olleissa PAB-uudelleenpäällystämisisä käytettiin kriteereinä PMS:n mukaisia rajoja, jotka esitettiin taulukossa 14. Taulukoissa 18 ja 19 on esitetty hyöty-kustannussuhteet eri PAB- toimintapolitiikoille sekä tienpitokustannukset tarkasteluajanjaksolle.

PMS:n mukaisen PAB-toimintapolitiikan lisäksi tutkittiin myös onko PAB-pinnan uusiminen taloudellisesti kannattavaa, kun uusiminen sisältää kevyen rakenteen parantamisen. Tämä kevyt rakenteen parantaminen määritettiin tehtäväksi siinä vaiheessa, kun tasaisuus on huonompi kuin  $IRI = 4,2$ .

Koska todennäköisen päällystämiskohteiden perusteella seuraavana kuusi-vuotijaksolla (v. 2001-2006) PAB- uudelleenpäällystämiskohteisiin voidaan käyttää vain noin 18 Mmk Nilsiän alueella (noin 60 Mmk 20 vuoden tarkastelujaksolle), tutkittiin, kuinka kriteerejä tulisi muuttaa, jotta suunnitellut tienpitokustannukset ja PMS-politiikka olisivat tasapainossa. Nykyisillä PMS-kriteereillä investointikustannukset olisivat noin 150 Mmk tarkastelujaksolle, mikä kertoo selvästi siitä, että käytettävät valintakriteerit ovat liian tiukat.

Sopivien valintakriteerien haarukoimiseksi tutkittiin, miten kriteerejä täytyy pudottaa, jotta päästään noin 60 Mmk kustannustasoon tarkasteluajanjaksolle. Laukaisevana kriteerinä PMS:ssä on nykyään lähes yksinomaan vauriosumma. Kun vauriosummakriteeriä tiukennettiin saatiin kustannustasoa matalammaksi. Kustannukset eivät pysähtyneet kuitenkaan 60 Mmk:aan, ennen kuin vauriosummakriteeri jätettiin kokonaan pois. Tällöin toimenpiteiden laukeamiseksi jäivät edelleen tasaisuus ja urasyvytydet. Tämä toimintapolitiikka tuli myös liikennetaloudellisesti kaikkein kannattavimmaksi. Se myös vastaisi hyvin nykyistä todellista toimintapolitiikkaa, jossa todellinen kevytpäällysteiden kiertoaika on noin 50 vuotta.

Tutkittaessa PAB-uudelleenpintausta, johon liittyy rakenteen parantamista, vaikuttaa sekin liikennetaloudellisesti varsin kannattavalta ratkaisulta. Vain liikennemäärältään vähäisillä teillä politiikka ei tullut liikennetaloudellisesti kannattavaksi. Huomiota herätti myös se, että uudelleenpintausta (sis. rakenteen parantaminen) vie vähemmän tienpitokustannuksia kuin PMS-politiikan mukaiset toimenpiteet. Tämän perusteella PAB-teille PMS:ssä asetetut kriteerit vaikuttavat liian hyviksi mitoitetuilta. Rakenteen parantami-



nen määritettiin eri kriteerien perusteella kuin PMS-politiikat. Joissain vaihtoehtoisissa tienpitokustannukset tulivat alemmiksi juuri kyseisillä vaihtoehtoisilla. Syynä tähän lienee kyseisten tiettyyppien muita huonompi lähtökunto.

Taulukko 18. H/K- suhteet eri uudelleenpäälystämismenetelmillä PAB- teillä (vertailukohta pelkkä hoito).

	PMS-kriteerit	PAB+ kevyt rp	PMS (ilman vauriosummaa)
Asutus	2,0	1,7	2,2
Ei maan-käyttöä	2,0	2,3	2,7
Kantatiet KVL alle 700	1,6	1,9	2,3
Kantatiet KVL yli 700	3,8	2,9	10,4
Seututiet KVL alle 300	0,6	0,5	1,0
Seututiet KVL 300-700	1,0	1,2	2,8
Seututiet KVL yli 700	2,0	1,5	5,4
Teollisuus KVL alle 300	0,4	0,4	0,8
Teollisuus KVL yli 300	0,7	0,9	1,6

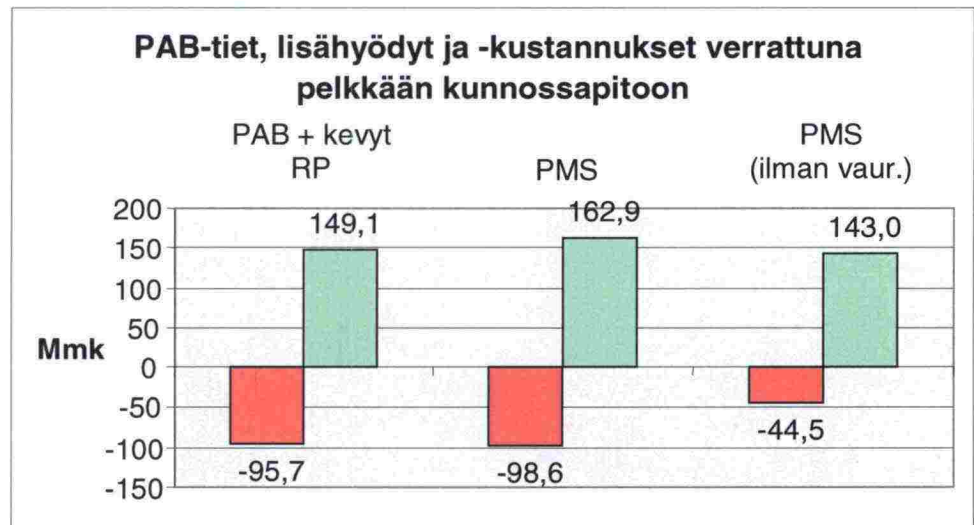
Taulukko 19. Tienpitokustannukset PAB-teillä 20 vuoden ajalta (Mmk).

	Pelkkä hoito	PMS	PAB + kevyt rp	PMS (ilman vauriosummaa)
Asutus	25,8	38,0	37,8	38,4
Ei maan-käyttöä	18,6	31,7	27,0	27,2
Kantatiet KVL alle 700	23,7	41,4	35,2	35,5
Kantatiet KVL yli 700	19,3	34,8	40,0	24,4
Seututiet KVL alle 300	29,0	38,6	38,4	32,3
Seututiet KVL 300-700	34,7	60,5	51,4	43,1
Seututiet KVL yli 700	41,2	72,1	82,5	51,3
Teollisuus KVL alle 300	27,3	40,0	39,7	33,5
Teollisuus KVL yli 300	7,6	13,1	11,2	9,4
Yhteensä	237,2	370,2	363,2	295,1

### Toimenpiteiden viivästäminen

Lisäksi tutkittiin, mitä vaikutuksia on sillä, jos PAB-teitä hoidetaan PMS- politiikan mukaisesti, mutta toimenpiteitä viivästytetään yhden tai useamman vuoden verran. PAB-pintojen teon viivästyttäminen vaikuttaa liikennetaloudellisesti järkevältä useimpien tyyppien osalta. Vain tyypeillä 'PAB-asutus' ja 'PAB-seututiet yli 700 ajon' tulee nykyinen toimintapolitiikka liikennetaloudellisesti kannattavaksi; hyödyt siis suuremmaksi kuin siihen satsatut panokset.

Kuvassa 7 on esitetty toimintapolitiikkojen hyödyt (vihreä) ja lisäkustannukset (punainen) verrattuna pelkkään hoitoon. Kuten H/K- suhteet taulukossa 18 osoittivat, toimintatavoista saatava hyöty on suurempi kuin siihen tarvittavat lisäkustannukset.



Kuva 7. Eri toimintapolitiikkojen hyödyt ja kustannukset PAB-päällysteisille teille.

### PAB soratieksi

Vähäliikenteisille PAB- teille tutkittiin myös, onko niiden muuttaminen sorateiksi kannattavaa. Perusvaihtoehtona tässä tarkastelulle oli teiden muuttaminen sorateiksi, jolloin niiden kunnossapitokustannukset oletettavasti laskevat, mutta ajokustannukset suurenevat. Tarkastelu suoritettiin vain PAB-yhdysteille. Tarkastelu tehtiin kuten edellinenkin PAB- tarkastelu kolmea toimintapolitiikkaa verraten.

Eräiltä osin hyöty-kustannus- suhteet tulivat negatiivisiksi (Taulukko 20). Tällöin PAB-politiikka (ilman vauriosummaa) on eräiden tyyppien osalta diskontatuilta tienpitokustannuksiltaan jopa edullisempaa kuin soratienä pitäminen. Nämä tieosat olivat kuntotietorekisterin perusteella tällä hetkellä varsin hyvässä kunnossa, jolloin toimenpiteitä tarvittiin tarkastelujaksolla varsin vähän. H/K-suhteet tulivat kaikissa vaihtoehdoissa korkeiksi. Se johtuu pienistä eroista tienpitokustannuksissa.



Tarkastelun perusteella hyödyt pinnan pitämisenä PAB- päällysteisenä ovat moninkertaiset soratienä pitämisestä saatuun kustannushyötyyn (kunnosapitokustannuksien väheneminen koko Nilsiään alueen PAB- tiestöltä olisi vain noin 1 Mmk vuosittain) nähden. Tarkastelun perusteella myös rakenteen parantaminen olisi tässä vertailussa liikennetaloudellisesti kannattavaa.

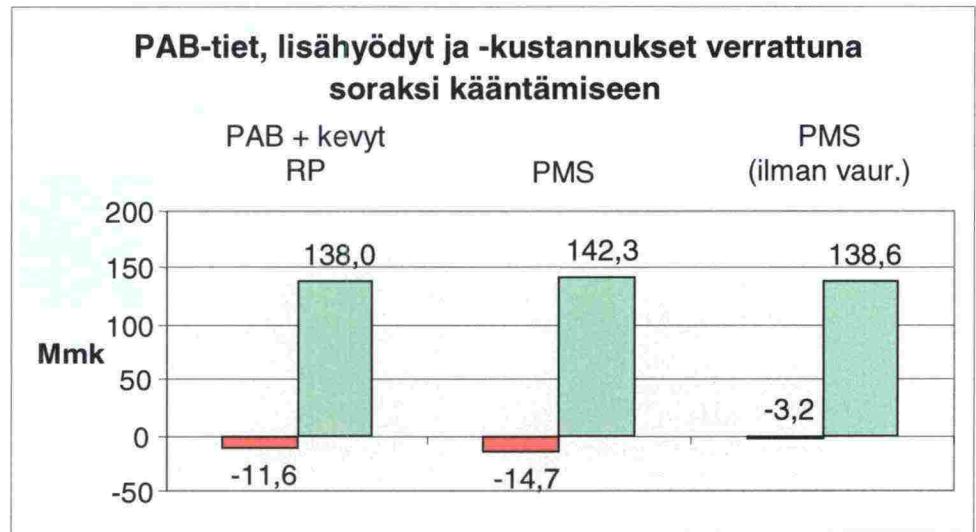
Taulukko 20. H/K- suhteet eri uudelleenpäällystämismenetelmillä PAB- teille, verrattuna soralla pitämiseen.

	PMS	PAB+ kevyt rp	PMS (ilman vauriosummaa)
Asutus	12,5	13,8	25,0
Ei maan-käyttöä	9,4	6,4	11,6
Teollisuus KVL alle 300	10,0	8,8	neg.
Teollisuus KVL yli 300	27,0	11,7	neg.

Taulukko 21. Tienpitokustannukset PAB- teille 20 vuoden ajalta (Mmk).

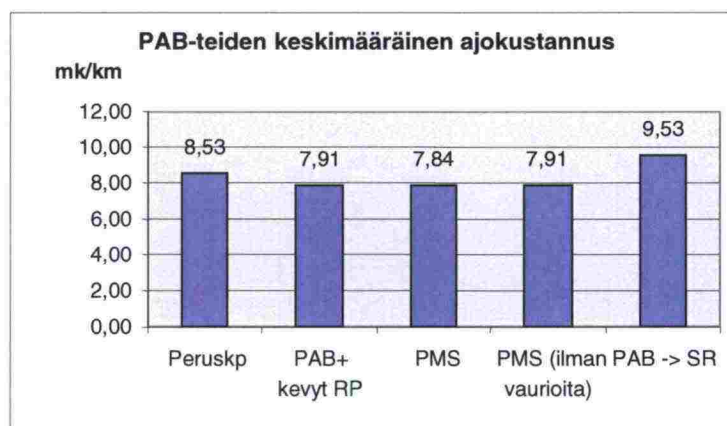
	Muuntamisen soratieksi	PMS	PAB+ kevyt rp	PMS (ilman vauriosummaa)
Asutus	29,2	37,7	37,0	38,4
Ei maan-käyttöä	20,9	27,0	31,7	27,2
Teollisuus KVL alle 300	29,6	39,7	39,9	33,5
Teollisuus KVL yli 300	8,9	11,2	13,1	9,4
Yhteensä	88,6	115,6	121,7	108,5

Kuvassa 9 on esitetty hyödyt ja lisäkustannukset, jotka aiheutuvat siitä, että PAB- yhdystiet pidetään jatkossakin PAB- päällysteisinä. Kuten jo taulukosta 20 kävi ilmi, hyödyt ovat moninkertaiset lisäkustannuksiin verrattuna.



Kuva 8. Eri toimintapolitiikkojen lisähyödyt ja -kustannukset vähäliikenteisillä PAB-teillä verrattuna niiden soraksi kääntämiseen.

Kuvassa 9 on arvioitu eri toimintapolitiikkojen vaikutukset tienkäyttäjän kustannuksiin. Tienkäyttäjälle kalleimmaksi tulee PAB- pinnan muuttaminen soralle. AB- teistä poiketen eri toimintapolitiikoille saadaan ajokustannuksien osalta eroja. Nykykriteerien avulla toteutettu PMS-politiikka on ajokustannuksien osalta edullisin, tosin kaikki päällystysvaihtoehdot ovat hyvin lähellä toisiaan.



Kuva 9. Eri toimintapolitiikkojen keskimääräiset ajokustannukset PAB-teillä

Tarkastelujen perusteella kannattaa uudelleen harkita PAB- uudelleenpäälystämiskriteerejä. Nykyiset kriteerit ovat ilmeisesti liian tiukkoja ja painottavat vauriosummaa tasaisuuden kustannuksella. Täten myös tarkastelu, jossa toimintapolitiikka määritellään ilman vauriosummaa on kannattavaa. Sorateiksi muuttaminen ei ole kannattavaa.

#### 4.4 Sorateiden pintaukset (SOP- tiet)

SOP-teiden osalta on tiepiiri alustavasti linjannut, ettei niitä enää uudelleenpinnata, vaan ne muutetaan jatkossa joko päällystetyksi (PAB- pinta) tai soralle. SOP-teille toimintapolitiikan vertailu tehtiin tältä pohjalta, eli perusvaihtoehtona on SOP-tien muuttaminen soratieksi. Kuten PAB-teiden muuttamisessa soralle, myös tässä lähtökohdaksi määriteltiin, että parantamistoimenpiteet tehdään tarkasteluajanjakson alussa.

SOP-teiden uudelleen pintaaminen on liikennetaloudellisesti kannattavinta (Taulukko 22). Tämä tulos perustuu siihen, että uudelleenpintauksen jälkeen päällysteen laatu olisi tasaisuuden ja urasyvyyden osalta ollut lähes kuten PAB-pinnalta (IRI=1,6 ja urat 2 mm).

Jos tarkastelu suoritetaan HDM-4:n toimenpiteiden vaikutusmallien perusteella, tulee muuttaminen PAB-pinnaksi liikennetaloudellisesti hieman kannattavammaksi. Tarkastelu tehtiin PAB-PMS-politiikan mukaisesti. Muiden PAB- politiikkojen vertailu olisi ehkä osoittautunut vieläkin kannattavammaksi.

Taulukko 22. H/K- suhteet eri uudelleenpäällystämismenetelmillä SOP-teillä.

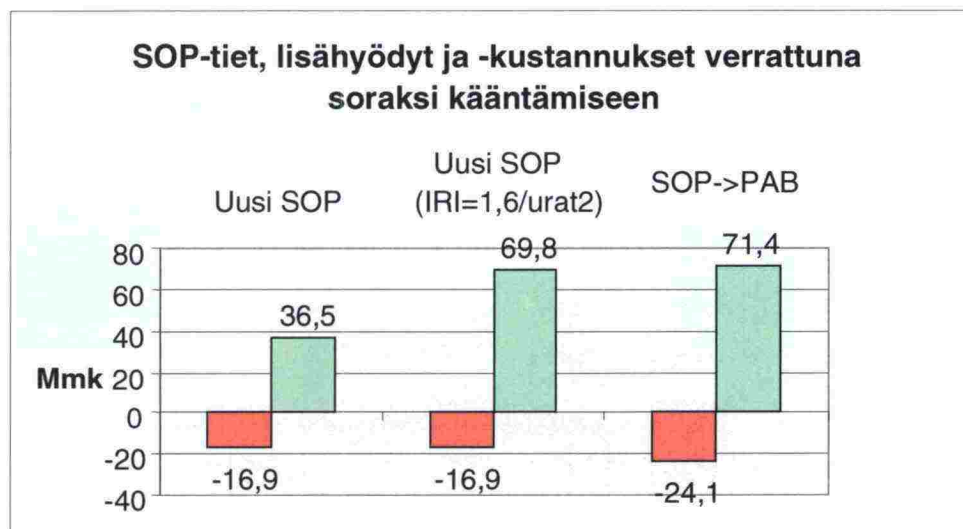
	Uudelleenpinta- aus (mallien mukaan)	Uudelleenpinta- aus (IRI=1,6 urat 2 mm)	PAB:ksi muuttaminen + PMS- politiikka
<b>Asutus</b>	1,6	3,5	2,5
<b>Ei maan- käyttöä</b>	2,3	4,1	3,1
<b>Teollisuus</b>	3,4	6,1	3,9

Taulukko 23. Tienpitokustannukset 20 vuoden ajalta (tmk/v).

	Muuntaminen sora- tieksi	Uudelleenpinta- aus (mallien mukaan)	Uudelleenpin- taus (IRI=1,6 urat 20 mm)	PAB:ksi muut- taminen + PMS-politiikka
<b>Asutus</b>	17,1	25,7	25,7	29,2
<b>Ei maan- käyttöä</b>	10,1	15,4	15,4	17,2
<b>Teollisuus</b>	7,4	10,4	10,4	12,2
<b>Yhteensä</b>	34,6	51,5	51,5	58,6

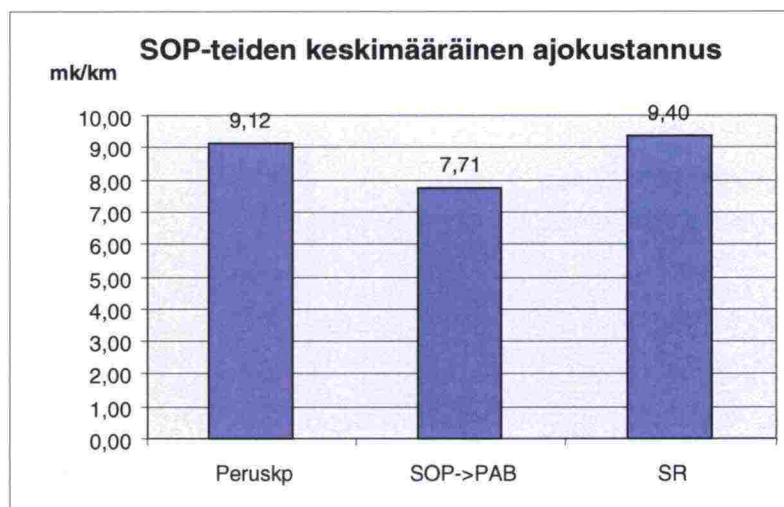
Kuvassa 10 on esitetty lisähyödyt ja -kustannukset, jotka aiheutuvat siitä, että SOP- tiet pidetään edelleen SOP- tai PAB- teinä. Kuten PAB- teilläkin, myös SOP- teillä päällysteen ylläpitämisen hyödyt ovat lisäkustannuksia suuremmat.





Kuva 10. Eri toimintapolitiikkojen lisähyödyt ja -kustannukset SOP- teillä verrattuna niiden muuttamiseen sorapintaisiksi

Kuvassa 11 on esitetty SOP- teiden keskimääräiset ajokustannukset. SOP-pinnan muuttaminen PAB:ksi tulisi tienkäyttäjälle edullisemmaksi. Soratiellä tienkäyttäjän kustannukset ovat suurimmat.



Kuva 11. Keskimääräiset ajokustannukset (mk/km) SOP- teillä.

Liikennetaloudellisen tarkastelun perusteella SOP-tiet kannattaa edelleenkin pitää pinnattuna, mikäli se teknisesti on mahdollista. Parhaimpana vaihtoehtona on päällystäminen PAB:lla.

Soraksi muutettaessa tienpitokustannuksissa saavutetaan noin 1 Mmk:n säästöt vuositason tasolla. Liikennetaloudellisesti toiminta ei ole kuitenkaan kannattavaa.

#### 4.5 Soratiet

Sorateiden osalta laadittiin useita tarkastelumalleja. Ensin tarkasteltiin, millä edellytyksillä sorateiden päällystäminen on kannattavaa. Tarkasteluun laadittiin myös herkkyystarkastelu liikennemäärän muuttumisen suhteen.

Tarkastelu tehtiin vertaamalla seuraavia vaihtoehtoja:

- kevyt rakenteen parantaminen + PAB,
- raskas rakenteen parantaminen + PAB ja
- soratien parantaminen soratienä.

Hyöty-kustannusanalyysi osoittaa, että vilkkaimpien soratietyyppien parantaminen PAB-pintaiseksi voisi olla juuri ja juuri kannattavaa (taulukko 24). Tarkastelun perusteella liikennemäärä tulisi olla noin 140 ajon/vrk, jotta sorateiden päällystäminen kevyen rakenteen parantamisen avulla olisi kannattavaa. Raskas rakenteen parantaminen on liikennetaloudellisesti kannattavaa vasta, kun liikennemäärä on noin 250 ajon/vrk.

Soratien parantaminen soratienä ( eli soratien uudelleenrakentaminen) ei ole missään olosuhteissa liikennetaloudellisesti kannattavaa (vrt. taulukko 25). Tienpitokustannukset kohoavat samalle tasolle kuin soratien parantamisessa PAB:ksi (kevyt rp). Tosin tässä tarkastelussa ei kelirikkohaittaa otettu huomioon mukaan.

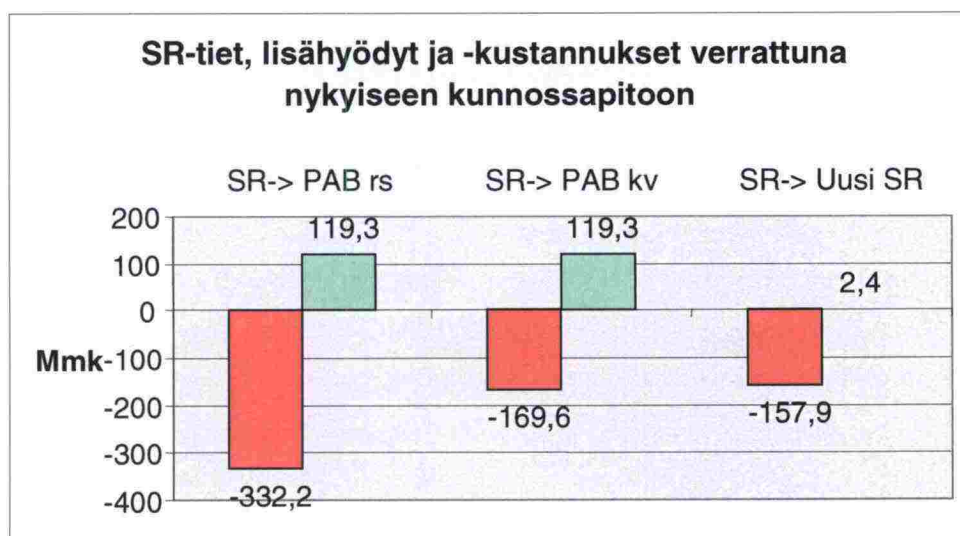
Taulukko 24. H/K- suhteet eri uudelleenpäällystämismenetelmillä, nykyinen ja oletettu kaksinkertainen KVL

KVL nykyisen mukaan	Nykyinen KVL		Kaksinkertainen KVL	
	Sora->PAB raskas rp	Sora->PAB kevyt rp	Sora->PAB raskas rp	Sora->PAB kevyt rp
Asutus KVL alle 100	0,3	0,6	0,6	1,2
Asutus KVL yli 100	0,5	1,1	1,1	2,3
Ei maankäyttöä KVL alle 70	0,2	0,4	0,4	0,7
Ei maankäyttöä KVL 70...100	0,3	0,6	0,6	1,2
Vähäinen maankäyttö KVL yli 100	0,5	1,0	1,1	2,2
Teollisuus KVL alle 100	0,2	0,4	0,5	0,9
Teollisuus KVL yli 100	0,5	1,0	1,0	2,1

Taulukko 25. Tienpitokustannukset sorateilla 20 vuoden ajalta (Mmk).

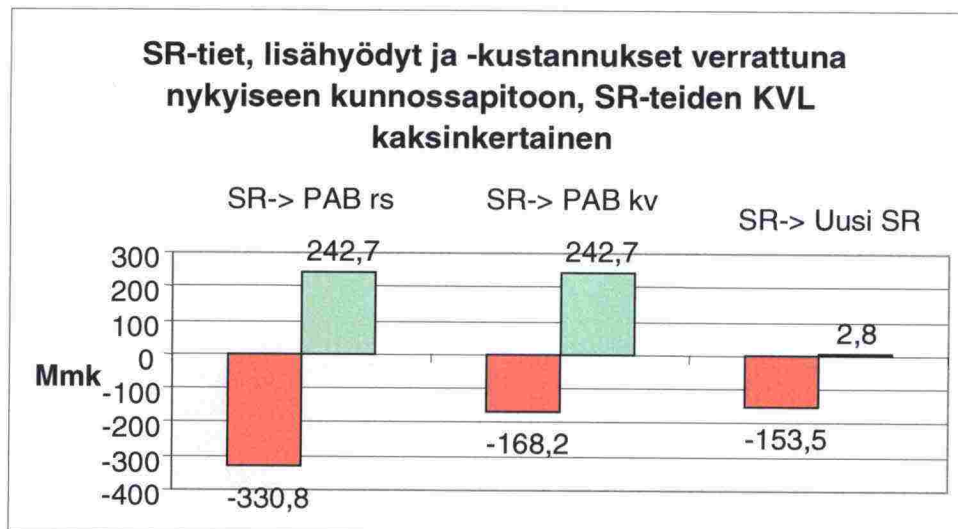
	Pelkkä hoito	Sora->PAB raskas rp	Sora->PAB kevyt rp	Soratien parantaminen soratienä
Asutus KVL alle 100	7,6	19,8	14,0	14,2
Asutus KVL yli 100	14,5	36,4	25,9	26,7
Ei maankäyttöä KVL alle 70	35,1	93,1	66,3	66,0
Ei maankäyttöä KVL 70...100	33,6	89,3	63,5	63,4
Vähäinen maankäyttö KVL yli 100	39,0	97,7	69,7	71,4
Teollisuus KVL alle 100	19,1	50,7	36,1	36,0
Teollisuus KVL yli 100	24,6	61,6	44,0	45,1
<b>Yhteensä</b>	<b>173,5</b>	<b>448,6</b>	<b>319,5</b>	<b>322,8</b>

Kuvassa 13 on esitetty eri sorateille suuntautuvien toimintapolitiikkojen hyödyt ja lisäkustannukset verrattuna nykyiseen kunnossapitoon. Lisäkustannukset jäävät keskimäärin suuremmaksi kuin teiden parantamisesta saatavat hyödyt. Kuvassa 14 on esitetty vastaavat luvut, jos oletetaan liikennemäärien olevan kaksinkertaiset. Tällöin hyödyt tulevat jo lisäkustannuksia suuremmaksi, mikäli parantamisesta selvittää kevyellä rakenteen parantamisella. Raskaalla rakenteen parantamisella hyödyt jäävät vielä lisäkustannuksia pienemmiksi.



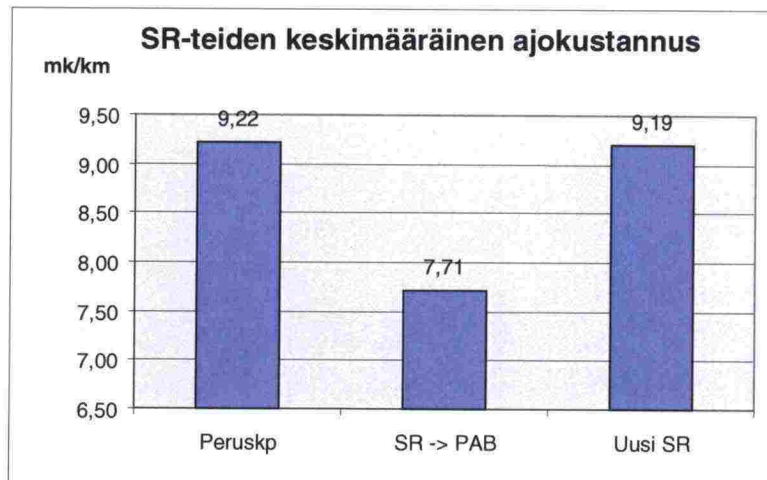
Kuva 12. Eri toimintapolitiikkojen lisähyödyt ja -kustannukset sora teillä verrattuna niiden parantamiseen joko PAB- pintaisiksi tai edelleen soraksi.





Kuva 13. Eri toimintapolitiikkojen lisähyödyt ja -kustannukset sorateilla verrattuna niiden parantamiseen joko PAB- pintaisiksi tai edelleen soraksi, kun sorateiden liikennemäärä on todellisuuteen nähden kaksinkertainen.

Soratien uudelleenrakentaminen lisää hyötyjä hyvin vähän. Tämä on todettavissa myös kuvasta 15, jossa esitetään tienkäyttäjien kustannuksia eri sorateiden parantamisvaihtoehdoille. Tienkäyttäjän kustannukset alentuvat kuvan perusteella noin 15 %, kun tasaisuus paranee tasolle IRI=2.5 tasolta IRI=5.8 päällystykseen myötä. Kokonaishyödyt ovat kuitenkin pienet, kun liikennettä on näinkin vähän.



Kuva 14. Ajokustannukset (mk/km) eri vaihtoehdoilla sorateille.

Sorateiden pitäminen soratienä (pelkän hoidon jatkaminen) on tämän tarkastelun valossa selvästi paras vaihtoehto. Vilkkaimmilla sorateilla H/K-suhteet ovat niukasti yli yhden, joten niiden tapauksessa voisi harkita päällystämistä. Merkittävin este sorateiden päällystämiseksi ovat suuremmat tienpitokustannukset. Pelkästään vilkkaimpien sorateiden päällystäminen veisi rahoitusta 20 vuoden aikana noin 90 miljoonaa.

#### 4.6 Sorateiden kelirikko

Kelirikko-ongelmaisten sorateiden osalta tarkasteltiin, onko niiden korjaaminen liikennetaloudellisesti kannattavaa.

Kelirikko-ongelmaisille teille määriteltiin keskimääräinen kiertopituus, mikäli kelirikon takia jollain tieosalla ei voida liikkua. Kelirikkoinventoinnin avulla määriteltiin, kuinka suuri osuus tieosista on kelirikko-ongelmaisista kohteista. Lisäksi tarkasteltiin, kuinka kannattavaa on korjata koko tieosuus, jolla kelirikko-ongelma on havaittu. Tarkastelussa määritettiin siten korjaamisosuuk-sien minimi- ja maksimimäärät kelirikko-ongelman kuntoon saattamiseksi.

Kiertotiepituus määriteltiin karttatarkastelun avulla siten, mikä todellinen kiertomatka olisi, jos osa tieosasta olisi liikennöitävässä kunnossa. Kiertotietä oletettiin käyttävän pelkästään raskaan liikenteen, jonka keskimääräiseksi kustannukseksi arvioitiin 13,50 mk/km. Pisimmät kiertotiepituuudet esiintyivät Nilsiä alueella teollisuudelle tärkeillä sorateilla. Se myös vaikutti tuloksiin, jotka kelirikkohaitasta saatiin.

Taulukossa 26 on vasemmalla puolella esitetty tunnusluvut, jos koko kelirikon alainen tieosa korjataan uudestaan soratieksi ja oikealla puolella, jos vain kelirikkokohtat uusitaan. Tällöin hyödyt muodostuvat pelkästään kiertomatkan poistumisesta raskaalle liikenteelle. Kun koko tieosuus parannetaan, muodostuu pieniä hyötyjä myös muista ajokustannussäästöistä.

Taulukko 26. Kelirikko-ongelmien poistaminen. Liikennetaloudelliset hyödyt ja kustannuserot (tarkasteluaajakso 20 v, Mmk).

	Koko tieosuuden korjaaminen			Vain kelirikkokohteen korjaaminen			Kelirikkopituus % osuus koko pituudesta
	Hyödyt	Kust. ero	H/K	Hyödyt	Kust. ero	H/K	
Asutus KVL alle 100	0,63	6,60	0,10	0,48	1,32	0,4	18
Asutus KVL yli 100	0,93	12,06	0,08	0,68	0,23	3,0	5
Ei maankäyttöä KVL alle 70	1,44	30,89	0,05	0,71	6,25	0,1	23
Ei maankäyttöä KVL 70...100	0,66	29,73	0,02	0,51	2,66	0,2	13
Ei maankäyttöä KVL yli 100	1,47	32,21	0,05	0,78	1,414	0,6	7
Teollisuus KVL alle 100	3,70	16,87	0,22	3,62	0,70	5,2	4
Teollisuus KVL yli 100	2,53	20,37	0,12	2,14	0,66	3,3	4

Taulukon 26 perusteella kaikilla vilkasliikenteisillä sorateilla kelirikkoisten kohtien korjaaminen on kannattavaa, mikäli kiertotiehaitta saadaan sillä pysyvästi estetyksi. Yhteistä näille "kannattavilta näyttävillä" tieosille on, että kelirikkokohtien osuus on vähäisempi kuin muilla (4.. 5 % tietyyppin kokonaispituudesta). Koko tieosia ei kuitenkaan kannata rakentaa uudelleen soratienä kelirikon poistamiseksi. Kannattavimmalta näyttää kaikkien teollisuudelle tärkeiden sorateiden kelirikkohaittojen torjuminen. Näiden kelirikkosien korjauskustannukset olisivat noin 1,6 Mmk.

Ennen tarkastelua oletettiin, että kelirikon poistaminen on kaikissa tapauksissa kannattavaa. Näin ei kuitenkaan näytä olevan. Eräänä suurimpana syynä tähän päätelmään on se, että kyseisillä sorateilla raskaan liikenteen osuudet ovat varsin pieniä jääden aina korkeintaan 10 %:iin. Tällöin tieosalla on vain yksittäisiä raskaita ajoneuvoja vuorokaudessa. Kelirikkohaitta kestää vain noin kaksi kuukautta, joka on myös huomioitu hyötyjä arvioitaessa.

Aikaisemman tarkastelun perusteella voisi myös ajatella, että mikäli kelirikkokohtia poistetaan, voi liikennetaloudellisesti olla parantaa tierakenne kyseisellä kohdalla ja päälleystää se. Kelirikkokohdalla joudutaan kuitenkin yleensä raskaaseen rakenteen parantamiseen, mikäli haitta poistetaan kunnolla. Jotta poistaminen olisi liikennetaloudellista, tulisi liikennemäärän tieosalla olla myös suuri (yli 250 ajon/vrk).



## 5 TULOSTEN ANALYSOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### 5.1 Yleistä

Tässä yhteydessä on tarkasteltu HDM-4:n strategiatyökalua. Kalibroituna se näyttää toimivalta myös suomalaisiin olosuhteisiin.

Kehittämistoimenpiteitä tulisi tehdä kuitenkin sorateiden osalta. Kelirikkoa HDM-4 ei tunne ja vaikuttaa siltä, että lumi- ja jääpeitteisen tien mallintamisessa on puutteita. Myös jotkin meille tutut työmenetelmät ovat hankalia määrittellä HDM-4:ssä. Työn yhteydessä löytyi myös joitain HDM-4:n virheitä, joista on informoitu ohjelmiston tekijää. HDM-4:ssä ei ole myöskään mahdollista teräsverkkojen mallintaminen bitumipäälysteisessä tierakenteessa. Se on kuitenkin sekä kantavaan kerrokseen lisättynä että päälysterakkeen väliin lisättynä varsin yleinen toimenpide.

Tieverkon kuvaaminen on tällä hetkellä selvästi hankalin HDM-4:n työvaihe. Tie- ja kuntorekisteritietojen kerääminen on myös mittava työvaihe HDM-4:n käyttöönottamiseksi.

#### Päälystetyt tiet

Yksi merkittävimmistä syistä, miksi päälystetyillä teillä nykyiset kunnossapitomenetelmät ja niiden valintakriteerit puoltavat paikkaansa, on se, että vuosien saatossa niistä on kehittynyt varsin tehokkaita. Tämä on tulosta vuosia kehittyneen toimintapolitiikan sekä järjestelmien ja kuntomittausten kehittymisen takia. Liikennettä on näillä teillä myös tarpeeksi.

Tarkastelun perusteella vaikuttaa siltä, että kansantaloudelliselta kannalta katsottuna alueen tiet ovat keskiarvoltaan liian hyvässä kunnossa. Tätä osoittavat mm. tehdyt tarkastelut, joiden perusteella mitään dramaattista ei tapahdu, vaikka esim. PAB-teille suunniteltuja uudelleenpäälystämisiä viivytetään. Myös toimenpiteiden kustannusero, joka määriteltiin toimintapolitiikkojen ja todellisen rahankäytön välillä, antaa saman suuntauksia vasta-uksia. Nykyiset PMS-kriteerit tuntuvat ylimitoitetuilta PAB-teillä, joilla PMS-politiikkaa kevyemmät ja hieman huonommassa kunnossa toteutettavat vaihtoehdot olivat liikennetaloudellisesti kannattavampia.

Tämän vuoksi teiden uudelleenpäälystämiskriteerien muuttamista tulisi harkita erityisesti PAB-teiden osalta. Kriteerien muuttaminen realistisemmiksi, vastaamaan suurin piirtein käytössä olevia tienpitovaroja vaikuttaisi mielekkäältä ja liikennetaloudellisesti järkevältä. Tosiasiassahan olisi kysymys todellisen toimintapolitiikan hyväksymisestä ja "virallistamisesta".

AB- teiden tarkastelun yhteydessä huomattiin, että menetelmät, joissa tienpintaa uusitaan vain osalta poikkileikkausta, kuten urapaikkaukset, ovat liikennetaloudellisesti edullisia. Ne ovat investointikustannuksiltaan yleensä huomattavasti edullisempia kuin uusiminen koko poikkileikkaukseltaan. Menetelmät ovat lisäksi laadultaan usein lähes samanarvoisia uudelleenpää-

lystämisen kanssa. Vastaavien menetelmien laajentaminen kevytpäällysteille lienee myös liikennetaloudellisesti erittäin kannattavaa.

Vähäliikenteisten kevytpäällysteisten teiden muuttaminen sorateiksi ei ole liikennetaloudellisesti kannattavaa, vaikkakin niiden soraksi muuttaminen vähentää tienpitokustannuksia.

### **Soratiet**

Sorateiden herkkyytstarkasteluna tutkittiin liikennemäärän vaikutusta päällystämisen kannattavuuteen. Tehdyn tarkastelun perusteella vilkasliikenteisimmät tieosat kannattaa päällystää. Tarkastelun perusteella voidaan myös arvioida, että kun kohteeseen sopii kevyt rakenteen parantaminen ja päällystys, jopa liikennemäärällä 140 ajon/vrk saadaan liikennetaloudellisesti paremmin kannattavia päällystettyjä kuin sorateita. Mikäli sorateiden rakennetä tulisi parantaa raskaasti, tulisi liikennemäärän olla noin 250 ajon/vrk.

### **Rahoitus**

Liikennetaloudellisten tarkastelun perusteella mm. SOP-teiden ja vilkkaimpien sorateiden päällystäminen jopa rakenteen parantamisen kanssa on liikennetaloudellisesti kannattavaa. Näiden strategioiden toteuttaminen aiheuttaa heti varsin suuren rahoitustarpeen.

Mitä mahdollisuuksia meillä on siirtyä toteuttamaan liikennetaloudellisesti parasta toimintapolitiikkaa? Koostetaulukosta (Taulukko 27) nähdään, että arvioitu lisärahoitustarve on erittäin suuri, noin 104 Mmk koko tarkastelujaksolle laskettuna. Eräänä mahdollisuutena on antaa periksi kevytpäällysteisten teiden kuntokriteereille, jotka vaaditaan alemmalta tieverkolta. Näin viivästetään kevytpäällysteisille teille tehtäviä toimenpiteitä. Käytännössä piiri on näin toiminutkin; jotkin tieosat ovat odottaneet vuosikausia uudelleenpäällystämistä, vaikka ne olisivat PMS:n kriteerien mukaan jo useamman kerran kuuluneet työohjelmaan.

### **Miten strategioita voidaan muuten mitata?**

Vaihtoehtojen edullisuutta vertaillen on aina määriteltävä perusvaihtoehto, johon uutta vaihtoehtoa verrataan. Tarkastelun yhteydessä on tullut kuitenkin tarve etsiä yksi kansantaloudellista tehokkuutta kuvaava luku eri strategioille hyöty-kustannussuhteen lisäksi. Luvun tulisi olla riippumaton eri vaihtoehtoista ja sen pitäisi pohjautua ylläpitokustannuksien ja ajokustannuksien suhteeseen. Yhtenä tällaisena vaihtoehtona on ajokustannuksien (mk/km) määrittäminen eri ajoneuvoluokille eri vaihtoehtoissa.



## 5.2 Kooste suositeltavista tienpitostrategioista Nilsin tiestölle

Analyysien perusteella kestopäällysteisillä teillä edulliset urien ja tasaisuuden parantamismenetelmät (kuten UREM- urapaikkausmenetelmä) ovat edullisen rakentamisen lisäksi myös liikennetaloudellisesti edullisia menetelmiä. Kestopäällysteiset tie ovat Nilsin alueella myös niin vilkasliikenteisiä, että PMS:n mukainen politiikka on perusteltua.

Kevytpäällysteisillä teillä PMS- kriteerit vaikuttavat liian tiukoilta. Todellinen toimintapolitiikka ei kuitenkaan perustu kriteereihin, vaan niitä käytetään hyödyksi toiminnallisten kokonaisuuksien suunnittelussa. Nykyisiä kriteerejä löysempi toimintapolitiikka on myös liikennetaloudellisesti kannattavampaa. Kevytpäällysteisten teiden muuttaminen sorateiksi ei ole liikennetaloudellisesti kannattavaa.

Sorateiden pintaukset tulisi liikennetaloudellisesti katsoen pitää edelleenkin pinnattuna. Myös niiden muuttaminen kevytpäällysteisiksi on kannattavampaa kuin sorateiksi muuttaminen.

Sorateilla kannattavinta on jatkaa nykyistä hoitoa. Vain vilkkaimmat soratiet kannattaa päällystää, koska tienpitokustannukset nousevat päällystämisen takia runsaasti. Kelirikko-ongelmaisilla teillä tie kannattaa korjata vain, jos ongelma ei ole kovin laaja. Kaikista kannattavinta näyttää olevan korjata teollisuudelle tärkeitä teitä, joilla kiertomatkat muuten tulisivat pitkiksi.

Seuraavaan taulukkoon on koottu edellä mainittujen tietyyppien parhaat toimintapolitiikat. Lisäksi on ilmoitettu kyseisen politiikan hoito-, ylläpito- ja investointikustannukset 20 vuoden jaksolta, jotta politiikan soveltumista alueen tiebudjettiin voidaan arvioida. Kustannukset on ilmoitettu diskonttaamattomina. Nykyisellä noin 22 Mmk/v rahoitustasolla koko 20 vuoden tarkastelujakson tienpitorahoitus on noin 440 Mmk. Suositeltavien toimintapolitiikkojen kustannukset ovat noin 540 Mmk. Suositeltavien tienpitostrategioiden ja budjettivarojen välillä voidaan todeta täten olevan noin 100 Mmk ero tarkastelujaksolla ja 5 Mmk ero vuositasolla.

Tienpitokustannuksista valtaosan vie sorateiden ylläpito, joka muodostaa tarkastelun perusteella noin kolmanneksen kaikista kustannuksista. Soratiet, joilla maankäyttö on vähäistä tarvitsevat yksistään noin viidesosan (100 Mmk/ 20 vuoden tarkastelujakso) alueen rahavaroista pelkkään hoitoon ja ylläpitoon.



Taulukko 27. Parhaat toimintapolitiikat tieverkon eri osille

TIETYYPPI	KM	KVL	PARAS	H/K PERUS VE NÄHDE N	TARV KUST 20 VUODEL LE	TMK/ KM/ V	MUITA SELITYKSIÄ
AB kanta	26,05	3465	UREM	9,0	19,0	36,5	
AB muut	13,99	2160	UREM	7,5	9,5	34,0	
PAB Asutus	61,66	309	PMS-IV	2,2	38,4	31,0	
PAB Ei maank.	44,40	266	PMS-IV	2,7	27,2	30,5	
PAB Kantatie Alle 700	56,48	351	PMS-IV	2,3	35,5	31,5	
PAB Kantatie Yli 700	46,10	1340	PMS-IV	10,4	24,4	26,5	
PAB Seututie Alle 300	62,14	185	PMS-IV	1,0	32,3	26,0	
PAB Seututie 300...700	83,28	559	PMS-IV	2,8	43,1	26,0	
PAB Seututie Yli 700	98,30	1041	PMS-IV	5,4	51,3	26,0	
PAB Teollisuus Alle 300	65,40	198	Pelkkä hoito		27,3	25,5	Jatketaan pelkkää hoitoa, kunnes muu toimintapolitiikka tulee sitä kannattavammaksi
PAB Teollisuus Yli 300	18,18	386	PMS-IV	1,6	9,4	26,0	
SOP Asutus	57,15	196	SOP	3,5	25,7	22,5	Selvitettävä onko teknisesti mahdollista
SOP Ei maank.	33,50	240	SOP	4,1	15,4	23,0	"
SOP Teollisuus	23,80	276	SOP	6,1	10,4	22,0	"
SR Asutus Alle 100	20,45	83	Nyk. politiikka		7,6	18,5	
SR Asutus Yli 100	37,39	139	Kelirikko-korjaus	3,0	14,7	19,5	Vilkasliikenteisiä soraiteita voidaan mahdollisuuksien mukaan muuttaa päällystetyiksi.
SR Ei maank. Alle 70	92,21	53	Nyk. politiikka		35,1	19,0	
SR Ei maank. 70...100	95,88	79	Nyk. politiikka		33,6	17,5	
SR Ei maank. Yli 100	99,88	139	Nyk. politiikka		39,0	19,5	Vilkasliikenteisiä soraiteita voidaan mahdollisuuksien mukaan muuttaa päällystetyiksi.
SR Teollisuus Alle 100	52,26	58	Kelirikko-korjaus	5,2	19,8	19,0	
SR Teollisuus Yli 100	63,16	137	Kelirikko-korjaus	3,3	25,2	20,0	Vilkasliikenteisiä soraiteita voidaan mahdollisuuksien mukaan muuttaa päällystetyiksi.
Yhteensä	1151,7				544,0	23,5	
Nykyinen budjettitaso					440,0		

PMS-IV = PMS- politiikka ilman vauriosummakriteeriä

Ei maank. = Ei merkittävää maankäyttöä

Vaikkakin suositeltavaksi PAB-politiikaksi valittiin toimintapolitiikka, jossa vauriosumma-kriteerit poistetaan, jää todellisen toimintapolitiikan ja esitetyn politiikan eroksi noin 15 Mmk tarkasteluajanjaksolle.

Vastaavasti AB- teille nykykäytännöllä investoidaan enemmän, koska suositeltavaksi toimenpiteeksi määräytyi edullinen UREM. Ero nykykäytännön hyödyksi on noin 40 Mmk. Alueen teillä ei UREM- menetelmää kuitenkaan käytetä.

Tässä esitelty analyysi on verkkotason analyysi ja tulokset pätevät 'keskimääräisesti' taulukossa 27 esitellyille tietyyypeille. Lähtötiedoissa olevat epätarkkuudet ovat tyypillisiä tämäntapaisille toimintapolitiikkamäärittelyille. Todennäköisesti pientiestön toimenpidemäärittelyt ovat liian tarkkoja, eivät-kä toteudu määritellyllä tavalla. Esimerkiksi kuivatus- ja reunankorjaustoimenpiteet eivät toteudu määritellyllä aikavälillä vaan paljon harvemmin.

## 6 ESITYS JATKOTOIMENPITEIKSI

HDM-4:n käyttöä voidaan laajentaa koko tieverkolle. Nyt kun varsinainen projektin kulku on selvä, ei projektin laajentaminen ole vaikeaa. Helpoin olisi ehkä silti toimia tiemestarialue-tasolla. Tällöin koko piiri analysoitaisiin yhteensä noin 10 eri osassa. Analysointityövaiheeseen suoraan pääsemiseksi tulisi tietokannoista hakeminen automatisoida.

Toimintapolitiikkoja tulisi vielä tarkentaa. Poliitikat eivät usein ole yksiselitteisiä, vaan muodostuvat useasta osasta. Seuraavassa vaiheessa tulee ottaa myös pääteitä analysoitavaksi. Näillä harvoin tehdään vain pelkästään uudelleenpäälystämistä, massapintausta ja urapaikkausta vaan edellisiä menetelmiä sekaisin tien luonteesta riippuen.

PAB- ja SOP- pinnoille ei ollut paljon uudelleenpäälystysvaihtoehtoja. Voidaanko urapaikkausta tehdä myös niillä, sillä HDM:llä se voidaan kyllä mallintaa. Myös näillä päälysteillä voidaan tehdä erilaisia yhdistelmiä.

Tässä selvityksessä suositusten perusteena oli liikennetaloudellisuus. Päättöksenteossa käytetään kuitenkin muita vaikuttavia tekijöitä. Voidaanko nämä määritellä, voi myös olla eräs tutkimuksen kohde.

Seuraaviksi jatkotoimenpiteiksi suositellaan:

1. Analyysin laajennus koko tiepiirin tiestölle
2. Lähtötietojen tarkennus ja tarkempi tieverkkomatriisi
3. Tarkempi kalibrointi ja sen vaikutus tuloksiin
4. Maankäyttöluokkajaon tarkennus ja selvitys, miten paikkatietoaineistoja voidaan hyödyntää.
5. Uudelleenpäälystyskriteerien tarkennus HDM-4:llä, mitkä kriteerit ovat järjestelmän mukaan optimaalisia
6. HDM-4:n käyttäminen projektityökaluna selvittämällä jonkin välin liikennetaloudelliset tunnusluvut ja vertaamalla niitä IVAR:n vastaaviin lukuihin.



## LÄHDEAINEISTO

1. HDM-4 dokumentointi. Piarc, 2001
2. Tielaitos, Tie- ja liikenneolojen suunnittelu. Päälystettyjen teiden kuntotavoitteen tarkastus, korjattu versio 5.10.1999.
3. Aikakustannukset: tieliikenteen ajokustannukset, Tiehallinto, tie- ja liikennetekniikka, Helsinki 1999, Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 38/1999
4. Ajoneuvokustannukset: tieliikenteen ajokustannukset, Tiehallinto, tie- ja liikennetekniikka, Helsinki 1999, Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 37/1999
5. Akselimassatutkimus 1998-1999, Tiehallinto, tiestötiedot, Helsinki 2000, Tielaitoksen selvityksiä 6/2000